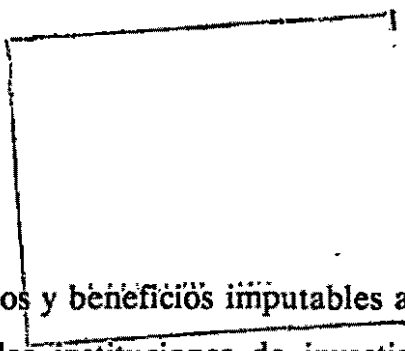




(7097)

**ESTIMACION DEL COSTO Y BENEFICIO DEL
DESARROLLO Y LANZAMIENTO DE NUEVAS VARIETADES EN EL
PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES DEL CIAT**

Libardo Rivas^{1/} y José M. Toledo^{2/}



1. Introducción

La estimación de los costos y beneficios imputables a una nueva variedad es difícil, dado que normalmente las instituciones de investigación en agricultura, trabajan simultáneamente en la investigación y desarrollo de diferentes variedades o tecnologías.

En este proceso de investigación científica, se trabaja con un número muy grande de materiales, los cuales se evalúan en diferentes etapas, hasta llegar a su lanzamiento como variedades comerciales. La mayoría de esos materiales no llega a ser lanzada como variedades comerciales, sin embargo, en el proceso hay una ganancia de conocimientos los cuales son útiles posteriormente para la introducción, adaptación y lanzamiento de nuevas variedades. Al mismo tiempo los materiales no lanzados, permanecen en los bancos de germoplasma y posteriormente pueden ser empleados en otras regiones o sistemas de producción diferentes a los que se plantearon en los objetivos iniciales.

^{1/} Investigador Asociado, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
^{2/} Director de FUNDEAGRO (Perú) y Ex-Líder del Programa Pastos Tropicales, CIAT. Mayo 1991.

Como resultado de lo anterior, es difícil atribuir costos específicos al desarrollo y lanzamiento de una variedad como tal. Por ejemplo, en la fase de colección e introducción de germoplasma, es preciso trabajar con muchos materiales, para obtener unos pocos que llegan a las últimas fases del proceso de evaluación. Si se imputa todo el costo de introducción y colección únicamente a los materiales que son lanzados, se estaría sobreestimando su costo. Adicionalmente, el trabajo de investigación es un proceso continuo en el tiempo, en donde permanentemente se están evaluando materiales en las diferentes etapas y hay un flujo continuo de materiales entre etapas, por lo cual se dificulta estimar el costo específico imputable a cada fase del proceso.

Las fases de evaluación de materiales en el Programa Pastos Tropicales (PPT) son:

1. Colección e introducción
2. Multiplicación de semillas
3. Preselección por adaptación
4. Multiplicación de semilla de preselecciones
5. Ensayos de compatibilidad bajo pastoreo
6. Ensayos de pastoreo
7. Validación en fincas
8. Liberación

Los objetivos de este estudio son:

- a) Estimar los costos de desarrollo y lanzamiento de una variedad en el PPT en función de los gastos totales en cada fase del proceso de evaluación y del número de materiales trabajados en cada una de ellas.
- b) Dado que el proceso de evaluación de materiales se efectúa principalmente a través de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), la cual es una organización en donde participan los centros nacionales de

investigación de la región, se pretende estimar los ahorros en gastos en investigación en los países del área, debido a la existencia de la RIEPT^{3/}.

- c) Empleado los conceptos de excedentes económicos sociales derivados de un cambio tecnológico y el monto de las inversiones en investigación, se pretende estimar indicadores de la rentabilidad social de tales inversiones. Para lograr estos objetivos, se considera un período de diez años de inversiones en investigación, 1980/89 y para el cálculo de los excedentes económicos debidos a la tecnología se considera el período 1994/2025 (véase Janssen et al., 1990).
- d) El objetivo esencial de este ejercicio es documentar el beneficio potencial y los costos del desarrollo de tecnologías en pasturas en América Latina tropical, dado que éstos son elementos fundamentales en los procesos de fijación de prioridades y asignación de recursos para investigación.

2. Inversiones en Investigación en el Programa Pastos Tropicales

Aunque generalmente se está hablando de gastos en investigación, el término económico más preciso es el de inversiones en investigación, ya que se trata de una serie de egresos, que después de cierto tiempo se materializan en beneficios para los productores y los consumidores. Por lo tanto, aunque se continúe hablando de gastos en investigación, debe tenerse siempre presente que se trata de inversiones de mediano y largo plazo en investigación.

^{3/} "La Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), está integrada por científicos del CIAT y más de 150 investigadores de unas 50 instituciones nacionales. El papel principal de la red es evaluar pasturas y sus tecnologías de manejo en los diferentes sistemas ecológicos y agrícolas de América tropical. Esto se lleva a cabo en 150 lugares de 15 países latinoamericanos y del Caribe" (CIAT Report, 1987).

Los gastos anuales en investigación (inversiones) del PPT se clasifican en cinco categorías:

1. Gastos directos de funcionamiento del programa y salarios
2. Gastos de apoyo a la investigación
3. Gastos de cooperación internacional
4. Gastos de administración generales
5. Gastos operativos generales

Para mayor información sobre la naturaleza de estos gastos y los elementos que los componen pueden revisarse los Informes Anuales de CIAT.

La primera categoría corresponde a gastos directos, los cuales son asignados específicamente dentro del presupuesto anual del PPT. Las restantes categorías corresponden a gastos generales de funcionamiento del CIAT, son gastos generales o comunes a todos los programas del Centro, por lo cual deben ser distribuidos entre los mismos. El criterio para la distribución es la participación anual de cada programa, dentro del gasto total de los programas; por ejemplo, la participación en 1987 de los distintos programas en los gastos básicos de CIAT fue la siguiente:

CIAT: Gastos directos en cada programa de investigación, 1987

Programas de investigación	Gastos (US\$'000)	Participación en el total (%)
Frijol	4520	36.8
Yuca	2488	20.3
Arroz	1567	12.3
Pastos Tropicales	3753	30.6
Total	12268	100.0

Fuente: CIAT, CIAT Report (1988)

Este porcentaje refleja el tamaño relativo de cada programa. Una vez estimados los gastos correspondientes a las Categorías 2 a 5 que se imputan al PPT, éstos se distribuyen entre las diferentes secciones del mismo programa.

Para la distribución de los gastos generales de CIAT imputados al PPT, entre sus diferentes secciones, se emplea el criterio de participación de cada sección en los gastos directos y salarios totales del programa, lo cual refleja el tamaño relativo de cada sección.

Los gastos totales (gastos generales más gastos directos) estimados del PPT en el período 1980/89 en dólares corrientes (US\$), crecieron desde 3.9 millones en 1980 hasta 7.9 millones en 1989, lo cual determina una tasa implícita de crecimiento del 7.1% anual (Cuadro 1).

En el Cuadro 2 se presentan los gastos totales expresados en dólares constantes de 1989. El valor de este flujo capitalizado en 1990 es de US\$96.5 millones^{4/}. Una vez definidos los gastos totales del programa a través de diez años, se procede a elaborar una estimación muy gruesa del costo total para las variedades lanzadas y del costo promedio por variedad.

En el Cuadro 3 aparecen las fases del proceso de investigación anual del PPT, las disciplinas que intervienen (o han intervenido históricamente) en cada fase y el porcentaje de participación de cada disciplina en las diferentes etapas. Estos valores

^{4/} La tasa de interés nominal promedio de certificados de depósitos en Estados Unidos en el período 1980/89 fue 9.61% anual y la tasa de inflación promedio en el mismo período de 2.55%, por lo cual la tasa de interés real anual se estimó en 7.1% y fue empleada para capitalizar el flujo de gastos. La tasa de interés real se estima como:

$$\sigma_e = \frac{\sigma_n - I}{1 + I} \quad \text{donde:}$$

σ_e = tasa de interés real
 σ_n = tasa de interés nominal
 I = tasa de inflación

Cuadro 1. Gastos totales del Programa de Pastos Tropicales (US\$ corrientes), 1980-1989

Sección	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Agronomía Ensayos Regionales		184868		284344	325900				370	0
Agronomía Forrajes-Brasil	24639	42881	126007	75341	229093	377571	298323	261579	159532	332572
Agronomía Forrajes-Carimagua	354223	246476	268266	595366	366726	470354	400013	406854	495976	324348
Agronomía Forrajes-Trópico Húmedo						50888	228962	199597	296288	238571
Agronomía RIEPT-Centroamérica								334027	574547	473560
Agronomía RIEPT-Llanos								2802	3445	44283
Apoyo Colección de Pastos						25491				41765
Apoyo Nematología						2433	6035		19251	237555
Área de Actuación	-42184	66392								
Calidad y Productividad de Pasturas		199249	208812	334905	479615	443675	446724	483689	804167	720187
Desarrollo Pastos-Brasil	50908	80971	177018	71538	11081	7385	-175	153103	97069	342665
Desarrollo Pastos-Carimagua	161550	217772	255039	310673	272841	403115	414590	201737	-8131	0
Ecofisiología de Pasturas					349191	305581	390948	410648	456307	457329
Economía	17108	91941	102366	103663	106686	293946	264225	320837	130600	331843
Entomología	138131	134230	186225	297964	222646	256368	266846	355634	447608	378180
Evaluación Pastos		330485	252166	491635						
Fertilidad Labranzas Establecimiento Pasturas									23523	9332
Fitomejoramiento Forrajes		82176	98973	222754	195700	379248	388596	358964	300208	371037
Fomento Producción Semillas									134212	100752
Germoplasma	110648	143426	166206	225987	268740	420017	430067	444766	172924	426065
Hato ICA-CIAT	595725									
Hato para pruebas	54050	35300	9765	118180						
Líder Pastos Tropicales	416656	826300	1309581	274465	887074	848696	668812	656741	474756	694470
Mejoramiento Gramíneas	67233									
Mejoramiento Leguminosas	108634	186913	151283							
Microbiología de Suelos	97675	231496	212663	344551	418641	386233	374691	332665	323799	419657
Mycorriza			51897	47320	73335	24413	28857	428		
Operaciones Colaborativas	28213	10371	51622	110856	140929	155850	122900	56992		
Patología de Plantas	171273	280461	237053	241094	255961	375706	398870	377982	434247	372662
Producción de Ganado-Brasil	50314	78721	129911	142487						
Producción de Semillas	187058	230904	202218	260852	284901	529762	541531	563949	472681	494420
Protección de Plantas	59481	64625	50667		88445	37313	42042	55975	141654	43538
Proyecto ETES	508237									
Pruebas Regionales		20436	195264	4666	273	338503	339917	124181	99	0
Salud Animal	179117	235454	126893	36735	102476	32079	19618		2939	32
Sistemas de Investigación en Fincas										4556
Sistemas de Producción	183625	395066	321523	446124	487975	480677	624308	702414	685341	615985
Suelos Nutrición Plantas	94706	147998	147669	451968	286131	361522	357671	399543	387195	420461
Transferencia de Tecnología	99413									
Utilización Forrajes	226154									
TOTAL GASTOS PPT	3942585	4564911	5039088	5493467	5854361	7006825	7054372	7205107	7030608	7895824

Cuadro 2. Gastos totales del Programa de Pastos Tropicales (US\$ corrientes)^{1/}, 1980-1989

Sección	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	Valor capitalizado en 1990 ^{2/}
Agronomía Ensayos Regionales		211722		315358	352815				389		1437249
Agronomía Forrajes-Brasil	30777	49110	141481	83558	248014	410797	334269	285455	167378	332572	2826589
Agronomía Forrajes-Carimagua	442473	282280	301211	660304	397013	511745	448212	443989	520368	324348	6397994
Agronomía Forrajes-Trópico Húmedo						55366	256551	217815	310859	238571	1295937
Agronomía RIEPT-Centroamérica								364515	602804	473560	1647082
Agronomía RIEPT-Llanos								3058	3615	44283	55343
Apoyo Colección de Pastos						27734				41765	83860
Apoyo Nematología						2647	6763		20198	237555	290289
Área de Actuación	-52694	76036									36386
Calidad y Productividad de Pasturas		228193	234455	371433	519224	482718	500552	527837	843717	720187	5944623
Desarrollo Pastos-Brasil	63591	92733	198757	79341	11996	8035	-196	167077	101843	342665	1490323
Desarrollo Pastos-Carimagua	201799	249406	286360	344558	295374	438589	464546	220150	-8531		3856476
Ecofisiología de Pasturas						378030	332472	438055	448130	478749	457329
Economía	21370	105297	114937	114969	115497	319814	296063	350122	137023	331843	2582047
Entomología	172545	153729	209095	330464	241034	278928	298999	388094	469622	378180	4098713
Evaluación Pastos		378492	283134	545259							2076497
Fertilidad Labranzas Establecimiento Pasturas									24680	9332	38317
Fitomejoramiento Forrajes		94113	111128	247050	211862	412622	434	391728	314973	371037	3483288
Fomento Producción Semillas									140813	100752	269511
Germoplasma	138214	164260	186617	250636	290934	456979	481888	485362	181428	426065	4289311
Hato ICA-CIAT	744143										1480592
Hato para pruebas	67516	40427	10964	131070							440586
Líder Pastos Tropicales	520462	946331	1470407	304402	960335	923381	749401	716684	498104	694470	11772310
Mejoramiento Gramíneas	83983										167098
Mejoramiento Leguminosas	135699	214065	169862								962117
Microbiología de Suelos	122010	265124	238779	382132	453215	420221	419840	363029	339724	419657	4883757
Mycorriza			58271	52481	79392	26562	32334	467			386561
Operaciones Colaborativas	35241	11878	57962	122948	152567	169565	137709	62193			1119179
Patología de Plantas	213944	321201	266164	267391	277100	408931	446931	412482	455604	372662	4929419
Producción de Ganado-Brasil	62849	90156	145865	158029							801207
Producción de Semillas	233662	264446	227051	289304	308430	576381	606782	615422	495928	494420	5751303
Protección de Plantas	74300	74012	56889		95750	40597	47107	61084	148621	43538	940181
Proyecto ETES	634858										1263152
Pruebas Regionales		23405	219244	5174	296	368291	380875	135516	104		1620161
Salud Animal	223742	269657	142477	40742	110940	34902	21981		3083	32	1508393
Sistemas de Investigación en Fincas										4556	4881
Sistemas de Producción	229373	452454	361009	494784	528276	522976	699533	766526	719046	615985	7607821
Suelos Nutrición Plantas	118301	169497	165804	501265	309762	393336	400768	436011	406237	420461	4652165
Transferencia de Tecnología	124181										247078
Utilización Forrajes	282498										562075
TOTAL GASTOS PPT	4924836	5228024	5657923	6092652	6337856	7623426	7964384	7862745	7376376	7895824	96506991

1/ Deflactado por el índice de precios mayorista de Estados Unidos (1989=100)

2/ Empleando una tasa de interés real del 7%

Cuadro 3. Estimación tentativa del costo para CIAT de una nueva variedad en el Programa Pastos Tropicales

Fases del Proceso/ Actividades	Porcentaje del costo de la sección asignado a la actividad	Número de materiales evaluados en cada fase	Costo* por actividad	Costo* promedio/ actividad/ material
1. Colección/Introducción:		5000		
- Apoyo Colección Pas	1.0		83860	17
- Germoplasma	1.0		4289311	858
- Coordinación			<u>548402</u>	<u>130</u>
Subtotal			5021573	1004
2. Multiplicación Semilla:		5000		
- Fomento Producción Semillas	0.2		20150	4
- Producción Semillas	0.5		2875651	575
- Coordinación			<u>429355</u>	<u>86</u>
Subtotal			3325157	665
3. Preselección por Adaptación:		5000		
- Agronomías	1.0		13660193	2732
- Suelos Nutrición Plantas	1.0		4652165	930
- Entomología	0.2		819743	164
- Ensayos Regionales (A y B)	0.4		648064	130
- Patología y Protección Plantas	0.6		3521760	704
- Microbiología de Suelos	1.0		4883757	977
- Coordinación			<u>4179038</u>	<u>836</u>
Subtotal			32364721	6473
4. Multiplicación de Semilla: Preselecciones		250		
- Entomología	0.3		1229614	4918
- Fomento Producción Semillas	0.3		80853	323
- Producción Semillas	0.2		1150261	4601
- Patología y Protección de Plantas	0.2		1173920	4696
- Desarrollo de Pastos	0.4		2138719	8555
- Coordinación			<u>856006</u>	<u>3424</u>
Subtotal			6629374	26517
5. Ensayos Compatibilidad bajo Pastoreo:		100		
- Utilización Forrajes	1.0		562075	5621
- Calidad y Productividad de Pasturas	1.0		5944623	59446
- Evaluación de Pastos	1.0		2076497	20765
- Pruebas Regionales (C y D)	0.3		486048	4860
- Ecofisiología de Pasturas	0.7		2244983	22450
- Desarrollo de Pastos	0.6		3208079	32081
- Coordinación			<u>2153195</u>	<u>21532</u>
Subtotal			16675501	166755

Cuadro 3. (continuación)

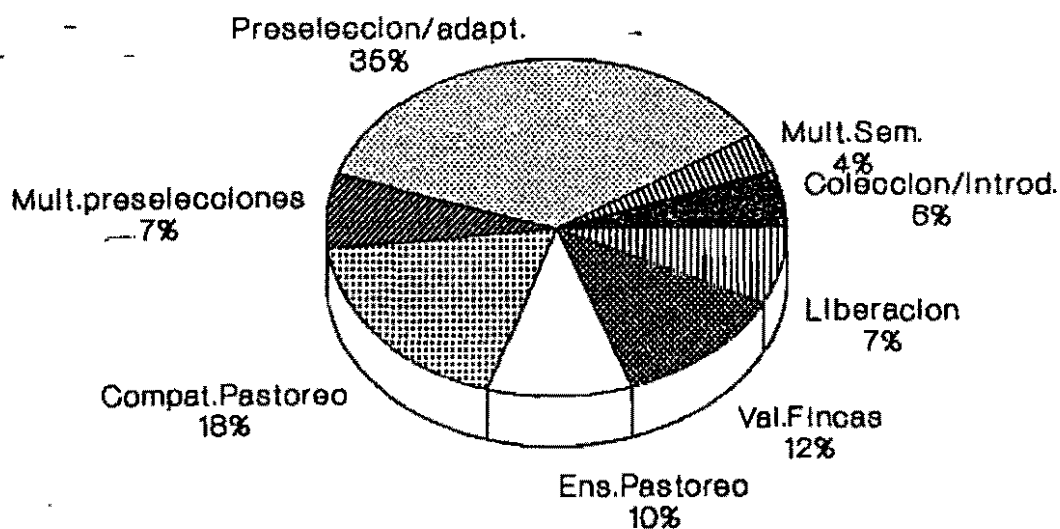
Fases del Proceso/ Actividades	Porcentaje del costo de la sección asignado a la actividad	Número de materiales evaluados en cada fase	Costo* por actividad	Costo* promedio/ actividad/ material
6. Ensayos de Pastoreo:		50		
- Ensayos Regionales (C y D)	0.3		486048	9721
- Economía	0.1		258205	5164
- Fitomejoramiento de Forrajes	0.5		2306252	46125
- Patología y Protección de Plantas	0.2		1173920	23478
- Entomología	0.5		2049356	40987
- Ecofisiología de Pasturas	0.3		962136	19243
- Salud Animal	0.5		754196	15084
- Coordinación			<u>1184679</u>	<u>23694</u>
Subtotal			9174793	183496
7. Validación de Fincas:		30		
- Sistemas de Producción	0.7		5325475	177516
- Economía	0.6		1549228	51641
- Producción de Ganado	1.0		801207	26707
- Fitomejoramiento de Forrajes	0.3		1383751	46125
- Investigación en Fincas	0.6		2928	98
- Salud Animal	0.5		754196	25140
- Coordinación			<u>1455517</u>	<u>48517</u>
Subtotal			11272303	375743
8. Liberación:		20		
- Producción Semilla	0.3		1725391	86270
- Economía	0.3		774614	38731
- Fitomejoramiento de Forrajes	0.2		922501	46125
- Sistemas de Producción	0.3		2282346	114117
- Fomento Producción Semillas	0.5		134756	6738
- Investigación en Fincas	0.4		1952	98
- Coordinación			<u>866117</u>	<u>43306</u>
Subtotal			6707677	335384

* US\$ de 1989

son estimativos muy gruesos; por ejemplo, se asume que la Sección de Economía interviene en las etapas ensayo de pastoreo, validación en fincas y liberación, y que los porcentajes de los gastos de esta sección asignados a esas etapas son de 10%, 60% y 30%, respectivamente.

El número de materiales evaluados en cada fase, varía desde 5000 materiales en las tres primeras etapas (colección/introducción, multiplicación de semilla y preselección

por adaptación) hasta llegar a 20 materiales en la fase de liberación. La Figura 1 presenta la distribución en porcentaje de los gastos, según etapas.



Durante 10 años

FIGURA 1. Distribución del costo total del proceso de liberación de veinte variedades

En el Cuadro 4 se muestran los materiales originados en el programa y liberados por las instituciones nacionales de investigación de distintos países en el período 1980/91.

Si se asume que todos los gastos del período 1980/89 se imputan a las 20 variedades que llegan a la última etapa, el costo promedio por variedad se estima en US\$4559000, el cual sería un límite superior del costo promedio. Si se asume que el costo por variedad es la sumatoria del costo promedio por variedad en cada fase, el costo promedio total sería de US\$1096000, este valor se puede interpretar como el límite inferior del costo promedio.

Cuadro 4. Gramíneas y leguminosas forrajeras lanzadas como cultivares en varios países tropicales (1980-1991)

Especies	Ecotipo CIAT No.	Nombre del Cultivar	Año de lanzamiento	País
A. GRAMINEAS				
<i>Andropogon gayanus</i>	621	Carimagua 1 Planaltina Sabanero Veranero San Martín Llanero Andropogon Veranero Otoñero Gamba	1980 1980 1983 1983 1984 1985 1988 1989 1989 1989	Colombia Brasil Venezuela Panamá Perú México Cuba Costa Rica Honduras Nicaragua
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	6133	Llanero	1987	Colombia
<i>Brachiaria brizantha</i>	6780	Marandú	1984	Brasil
		Insurgente	1990	México
	26646	La Libertad	1987	Colombia
<i>Brachiaria decumbens</i>	606	Chontalpo	1989	México
<i>Brachiaria humidicola</i>	679	INIAP-Napo Humidicola Humidicola Chatumal	1985 1990 1990 1991	Ecuador Colombia Panamá México
B. LEGUMINOSAS				
<i>Arachis pintoi</i>	17434	Mant forrajero perenne	1991	Colombia
<i>Centrosema pubescens</i>	438	Perenne Porvenir	1990 1990	Honduras Honduras
<i>Centrosema acutifolium</i>	5277	Vichada	1987	Colombia
<i>Desmodium ovalifolium</i>	350	Itabcla	1989	Brasil
<i>Stylosanthes capitata</i>	10280	Capica	1983	Colombia
<i>S.guianensis</i> var <u>vulgaris</u>	184	Pucallpa Pi Hua Dou	1985 1987	Perú China
<i>S.guianensis</i> var <u>pauciflora</u>	2243	Bandeirante	1983	Brasil
<i>S.macrocephala</i>	1281	Pioncero	1983	Brasil

Fuente: Información recopilada por el Programa de Pastos Tropicales del CIAT

Este valor se puede considerar como el costo por variedad para una institución nacional, en el caso que desarrollara todo el proceso de investigación y que el centro internacional efectuara las primeras etapas de investigación indicándole los ecotipos exactos que debe manejar.

3. Impacto de la RIEPT en Términos de Ahorro de Gastos en Investigación

La principal ventaja de la RIEPT para los países miembros, es que les permite reducir sustancialmente los gastos en investigación en el área de pasturas. Dado que la mayor parte de los gastos de colección, introducción, adaptación, etc. de nuevos materiales, es absorbida por el Programa de Pastos Tropicales del CIAT, para el lanzamiento de una nueva variedad en un país determinado, solo se precisa que tal país efectúe en la hipótesis más conservadora, unas pocas pruebas de Tipo A (Ensayos de Adaptación), Tipo B (Ensayos de Adaptación y Productividad Estacional), Tipo D (Evaluación de Pasturas con Animales) y ensayos de investigación en fincas. Es importante anotar que gran parte de las variedades se han liberado sin ERD e investigación en fincas. Un supuesto muy discutible es que todo país repite todas las etapas, así sea el mismo germoplasma, por ejemplo, Andropogon gayanus 621.

El ahorro de gastos en investigación está representado por la diferencia entre el costo total de la variedad si no existiera la RIEPT y el costo de los ensayos que elabora el país para efectuar el lanzamiento de la variedad. El costo total de los ensayos mencionados es equivalente aproximadamente a US\$70768 dólares (Figura 2). En los Anexos 1 a 4 aparecen los costos estimados de estos ensayos.

Suponiendo que el costo de una variedad, sin la existencia de la RIEPT, es de US\$1096037, el ahorro neto en gastos de investigación por variedad se estima en US\$1025269 (Cuadro 5). El ahorro total en gastos de investigación para diez países latinoamericanos se estima en US\$26.7 millones. El ahorro total estimado por país

fluctúa entre US\$7.2 millones en Colombia y US\$1.0 millones en Costa Rica, Cuba, Panamá, Venezuela y Nicaragua (Cuadro 5).

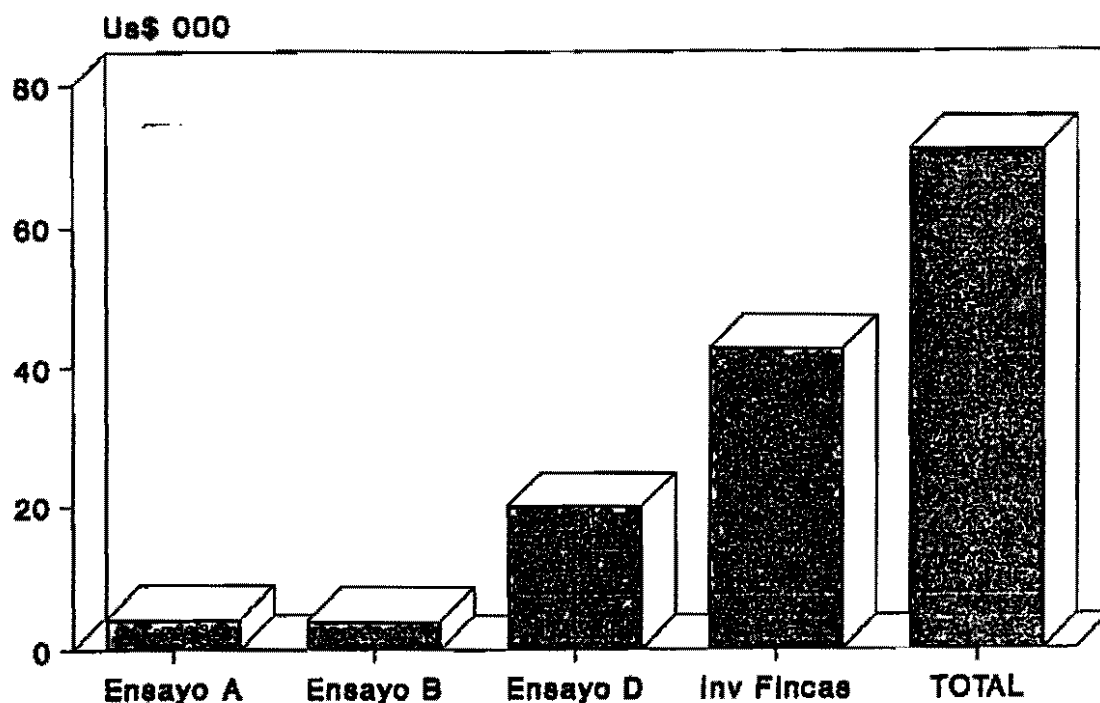


FIGURA 2. Costos de los ensayos de investigación en pastos tropicales

4. Rentabilidad Social de las Inversiones en Investigación

Los beneficios derivados del cambio tecnológico como el propiciado por la investigación en pasturas pueden agruparse en dos categorías: directos e indirectos. Entre los beneficios directos, en el presente caso, están los ahorros en gastos de investigación como los señalados anteriormente y los excedentes económicos capturados por productores y consumidores al difundirse la nueva tecnología. Entre los beneficios indirectos están los resultantes del incremento en la actividad en otros sectores de la economía como una consecuencia del cambio técnico.

Cuadro 5. Ahorros estimados en el proceso de investigación debidos a la existencia de la RIEPT

País	Número de cultivares	Costo de la investigación en el país (US\$'000)		Ahorro neto en investigación (US\$'000)
		Con RIEPT	Sin RIEPT	
Colombia	7	482	7672	7191
Brasil	5	344	5480	5136
Costa Rica	1	69	1096	1027
Cuba	1	69	1096	1027
Honduras	3	286	3288	3082
México	4	275	4384	4109
Panamá	1	69	1096	1027
Perú	2	138	2192	2054
Venezuela	1	69	1096	1027
Nicaragua	1	69	1096	1027
Total	26	1789	28497	26708

Los indicadores del nivel de costos o inversiones de las nuevas variedades considerados aisladamente tienen poco sentido. Se precisa llegar a indicadores relativos que relacionen las inversiones efectuadas con los beneficios potenciales o esperados de la nueva tecnología. Estos indicadores relativos muestran la eficiencia económica y social de las inversiones efectuadas.

Para calcular los indicadores de rentabilidad social: **Tasa Interna de Retorno (TIR)**, **Relación Beneficio Costo (B/C)** y **Valor Presente Neto (VPN)**, se emplearon los excedentes económicos calculados para carne y leche en el trabajo de planeación estratégica de CIAT (véase Janssen et al., 1990). Los supuestos para su cálculo aparecen en el Cuadro 6.

Dadas las dificultades para imputar costos a las nuevas variedades, los indicadores de

rentabilidad social de las inversiones en investigación se calcularon para los límites inferior y superior de los costos. Vale decir, el límite inferior corresponde a imputar todas las inversiones en investigación a las 20 variedades liberadas y el límite superior a imputar el costo promedio por variedad, resultante de sumar los costos promedios por fase. En el Cuadro 7, se presentan los indicadores de rentabilidad social.

Cuadro 6. Supuestos para el cálculo de los excedentes económicos debidos al cambio tecnológico en la producción de carne y leche en América Latina tropical

Supuestos	Unidad	Carne	Leche
Cantidad inicial de equilibrio (Q_0)	000 TM	6173	32175
Precio inicial de equilibrio (P_0)	US\$/TM	1390	300
Precio mínimo de oferta (PMIN)	US\$/TM	500	100
Elasticidad precio de la:			
- oferta (ϵ_p)		0.5	0.7
- demanda (η_p)		-0.6	-0.8
Tasa de crecimiento anual de la:	(%)		
- oferta		1.0	1.4
- demanda		1.5	1.6
Factor de desplazamiento de la oferta por cambio tecnológico (K)		1.46	1.25
DIFUSION:			
- Período de difusión	años	31	31
- Adopción año inicial	(%)	0.5	0.5
- Adopción año final	(%)	99.9	99.9
- Año de lanzamiento de la tecnología		1994	1994
- Año inicial de evaluación		1990	1990
- Año final de evaluación		2025	2025

Fuente: Janssen et al. (1990)

Cuadro 7. Indicadores de rentabilidad social de los fondos invertidos en investigación en el Programa Pastos Tropicales

Límites	Valor Presente Neto (US\$ millones) ^{1/}	Tasa Interna de Retorno (%)	Relación Beneficio/Costo
Límite superior	9915.2	59.1	452.9
Límite inferior	9850.5	39.8	108.0

1/ Tasa de descuento del 7% anual. Si estos valores se descuentan a la tasa del 10% empleada en el Plan Estratégico de CIAT (véase Janssen et al., 1990), se reducen a US\$5122 y US\$5059 millones respectivamente.

La relación beneficio/costo indica que por cada dolar gastado en investigación en el PPT en el período de análisis, el retorno esperado fluctúa entre US\$108 y US\$453 (Cuadro 7).

La tasa interna de retorno indica que los fondos invertidos en investigación tienen una tasa de rendimiento promedio anual que fluctúa entre 40% y 59%, frente a una tasa alternativa de interés real del 7%.

El valor presente neto indica que los beneficios netos totales del cambio tecnológico, descontados a una tasa de interés real anual del 7% fluctúa entre US\$9.9 y US\$9.8 miles de millones.

Conviene resaltar que estos indicadores de rentabilidad corresponden a los fondos invertidos por el CIAT en investigación en pasturas tropicales, bajo los supuestos de adopción de la nueva tecnología, consignados en el Cuadro 6.

El nivel de la rentabilidad social de los fondos invertidos individualmente por los distintos países en investigación en pasturas, dependerá entre otros factores de: (1)

el nivel de adopción de nuevas pasturas, (2) la velocidad de adopción, (3) la magnitud de las nuevas áreas incorporadas, (4) la naturaleza específica de los mercados, las posibilidades de comercializar los excedentes de producción en los mercados externos y las políticas macroeconómicas y sectoriales aplicadas en los distintos países.

Se puede concluir que:

- 1) El beneficio potencial de las nuevas alternativas de pasturas para la ganadería de América Latina tropical es muy alto.
- 2) Los fondos invertidos en esta investigación presentan una elevada retribución social.
- 3) La existencia de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, ha determinado un ahorro sustancial de fondos para investigación en pasturas en los países miembros.
- 4) La alta retribución social de los fondos destinados a investigación en pasturas reafirman las conclusiones de Seré y Jarvis (1988) en el sentido de que en la región existe subinversión en investigación en pasturas, dado su alto retorno social.

El anterior esquema de análisis corresponde a una evaluación ex-ante, al asumir que el proceso de adopción de las nuevas pasturas es muy incipiente, por lo cual es necesario simular el proceso.

La utilidad del análisis se fundamenta en que muestra el potencial económico de la nueva tecnología y su retribución potencial, lo cual permite justificar la inversión en investigación en pasturas. Una vez concluido el proceso de difusión y adopción, se

precisa elaborar estudios ex-post, para cuantificar el impacto real, evaluar el proceso y extraer lecciones que permitan hacer más eficiente el diseño de futuros procesos de generación y difusión de tecnologías.

5. Resumen

Este trabajo se ha orientado hacia la estimación de los costos (inversiones) en investigación del Programa Pastos Tropicales (PPT) del CIAT en el período 1980/89. Igualmente pretende estimar los ahorros en investigación de los países que conforman la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). En razón de que las cifras de gastos (inversiones) consideradas aisladamente son indicadores de poco significado, se estiman los beneficios esperados de la nueva tecnología y los indicadores de rentabilidad social: TIR, VPN y B/C.

Para el logro de los objetivos propuestos se trabajó con información proveniente de la Sección de Presupuesto de CIAT y de los Informes Anuales. Para la asignación de gastos se consideran ocho fases en el proceso de investigación: (1) Colección e introducción, (2) Multiplicación de semillas, (3) Preselección por adaptación, (4) Multiplicación de semilla de preselecciones, (5) Ensayos de compatibilidad bajo pastoreo, (6) Ensayos de pastoreo, (7) Validación en fincas y (8) Liberación.

Se consideran cinco categorías de gastos a saber: (1) gastos directos de funcionamiento y salarios, (2) gastos de apoyo a la investigación, (3) gastos de cooperación internacional, (4) gastos administrativos generales, y (5) gastos operativos generales. La primera de estas categorías corresponde a gastos directos del programa, las restantes a gastos generales de funcionamiento del CIAT, los cuales deben ser distribuidos entre los diferentes programas del CIAT. Una vez efectuado lo anterior, los gastos totales del programa son asignados entre las diferentes secciones del PPT.

Se asume que en el transcurso del período analizado (1980/89), llegaron a la fase de liberación 20 variedades, entre 5000 variedades que se trabajaron en las tres primeras etapas del proceso.

Si se asignan todos los gastos del período a las 20 variedades que llegaron a la fase de liberación, el costo promedio por variedad sería de US\$4559000. Este valor puede considerarse como un límite superior del costo por variedad. Si consideramos que el costo promedio por variedad es el resultante de sumar los costos promedio por variedad en cada fase del proceso, se llega a un estimativo de US\$1096000, el cual puede ser considerado como el límite inferior del costo promedio por variedad. Este último valor, puede también considerarse el costo para un país, en el caso de que el PPT, en ausencia de la RIEPT, le indicara exactamente los ecotipos que debiera trabajar. Con la existencia de la RIEPT, el país sólo efectúa unos cuantos ensayos de Tipo A, B, D y de Investigación en Fincas para efectuar el lanzamiento, lo cual reduce sustancialmente los costos de investigación.

Los ahorros en gastos de investigación para los países integrantes de la RIEPT se estimaron en US\$26.7 millones.

Los indicadores de rentabilidad social de las inversiones en investigación en pasturas son altas. La relación beneficio/costo indica que por cada dolar invertido en investigación el retorno esperado puede fluctuar entre US\$108-US\$453. La tasa interna de retorno social muestra, que los fondos invertidos en investigación en pasturas presentan un retorno real promedio anual que puede fluctuar entre 40% y 59%, frente a una tasa de interés real de oportunidad del 7%.

El alto retorno social potencial de las investigaciones en pasturas tropicales, sugieren una subinversión en esta área, tal como lo plantean Seré y Jarvis (1988).

La utilidad de este análisis ex-ante se fundamenta en que permite documentar el

potencial de beneficios de la investigación frente a sus costos, lo cual es un elemento importante para la asignación de recursos en investigación.

Una vez que los procesos de difusión y adopción de las nuevas tecnologías hayan concluído, es preciso efectuar análisis ex-post que permitan cuantificar el impacto real, evaluar el proceso y extraer lecciones que ayuden a diseñar futuros procesos de generación, adopción y difusión de tecnologías, más eficientes.

ANEXOS

ANEXO 1. Costos estimados de ensayos en pastos (precios de 1990)

1) ENSAYO A: ADAPTACION

Duración aproximada: 2 años
 Se prueban de 70 a 100 ecotipos
 Area a utilizar: 5000 m²
 TASA DE CAMBIO: \$540 pesos colombianos

Elemento de costo	Costo estimado		Porcentaje respecto al total
	\$Col.	US\$	
PREPARACION:			
- 1 arada	11000	20.4	0.48
- 2 rastrilladas	16000	29.6	0.70
FERTILIZACION: (Establecimiento y Mantenimiento)			
- 64 kg de úrea	7936	14.7	0.35
- 28 kg de SFT	5320	9.9	0.23
- 32 kg de cloruro de potasio	3395	6.3	0.15
- 69 kg de sulfato de magnesio	6036	11.2	0.26
SEMILLA:			
- 24 gramos por cada ecotipo	11220	20.8	0.49
MANO DE OBRA:			
- 1 profesional (13% del tiempo)	742560	1375.1	32.55
- 1 técnico (25% del tiempo)	840000	1555.6	36.82
- Eventual (10 jornales)	19145	35.5	0.84
- Cerca (1/2 hectárea, 4 lados)	92400	171.1	4.05
TOTAL COSTOS DIRECTOS	1755012	3250.0	76.92
OTROS COSTOS:			
- Implementos y transporte (30% de costos directos)	526503	975.0	23.08
TOTAL COSTOS	2281516	4225.0	100.00

ANEXO 2. Costos de ensayos en pastos (precios de 1990)

1) ENSAYO B: ADAPTACION Y PRODUCTIVIDAD ESTACIONAL

Duración aproximada: 2 años
 Se prueban aproximadamente 40 ecotipos
 Area a utilizar: 5000 m²
 TASA DE CAMBIO: \$540 pesos colombianos

Elemento de costo	Costo estimado		Porcentaje respecto al total
	\$Col.	US\$	
PREPARACION:			
- 1 arada	11000	20.4	0.51
- 2 rastrilladas	16000	29.6	0.75
FERTILIZACION: (Establecimiento y Mantenimiento)			
- 108 kg de úrea	13392	24.8	0.63
- 43 kg de SFT	8170	15.1	0.38
- 54 kg de cloruro de potasio	5730	10.6	0.27
- 99 kg de sulfato de magnesio	9959	18.4	0.47
SEMILLA:			
- 24 gramos por cada ecotipo	5280	9.8	0.25
MANO DE OBRA:			
- 1 profesional (9%-primer año, 7%-segundo año)	456960	846.2	21.35
- 1 técnico (30% del tiempo)	1008000	1866.7	47.11
- Eventual (20 jornales)	19145	35.5	0.89
- Cerca (1/2 hectárea, 4 lados)	92400	171.1	4.32
TOTAL COSTOS DIRECTOS	1646036	3048.2	76.92
OTROS COSTOS:			
- Implementos y transporte (30% de costos directos)	493811	914.5	23.08
TOTAL COSTOS	2139847	3962.7	100.00

ANEXO 3. Costo estimado de un Ensayo D: Evaluación de pasturas con animales (gramínea y leguminosa)

	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4	
	\$Col	US\$	\$Col	US\$	\$Col	US\$	\$Col	US\$
INVERSIONES:								
- Ganado (16 novillos, 200 kg c/u)	1184000	2193	592000	1096	592000	1096	592000	1096
- Cercas (3200 m)	2073600	3840	0	0	0	0	0	0
- Instalación agua	1080000	2000						
- Molino	540000	1000						
- Bebederos (16)	1296000	2400						
ESTABLECIMIENTO:								
- Fertilizante:								
400 kg de calfos	96000	178						
100 kg de sulphomag	80800	150						
- Semilla:								
10 kg de <u>A. gavanus</u>	96000	178						
3 kg de <u>C. acutifolium</u>	180000	333						
- Mano de obra (80 jornales)	153160	284						
INSUMOS:								
- Sal mineralizada (50 g/cabeza/dfa)	35040	65	35040	65	35040	65	35040	65
- Manejo (1 jornal/dfa)	689220	1276	689220	1276	689220	1276	689220	1276
EVALUACIONES:								
- 4 evaluaciones/año (1 semana c/u)	18308	34	18308	34	18308	34	18308	34
- Jornales	30632	57	30632	57	30632	57	30632	57
REVISION Y ANALISIS (1 semana)	4577	0	4577	0	4577	0	4577	0
TOTAL	7557337	13995	1369777	2537	1369777	2537	1369777	2537
Ingreso por venta de ganado	1036000	1919	1036000	1919	1036000	1919	1036000	1919
INGRESO NETO	6521337	12077	333777	618	333777	618	333777	618
COSTO TOTAL EN 4 AÑOS.....	US\$17956.1 *							

* Valor capitalizado al 7% anual

ANEXO 4. Investigación en fincas
(Años de investigación: 4 Número de explotaciones: 5)

	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4	
	\$Col	US\$	\$Col	US\$	\$Col	US\$	\$Col	US\$
MANO DE OBRA:								
- 1 agrónomo	238000	441	238000	441	238000	441	238000	441
- 1 asistente	238000	441	238000	441	238000	441	238000	441
- 1 trabajador	136750	253	68375	127	68375	127	68375	127
VIATICOS:								
- 150 días del primer año	3090000	5722						
- 100 días del segundo-cuarto año			2060000	3815	2060000	3815	2060000	3815
INSUMOS:								
- Gasolina (1500 galones)	444000	822	444000	822	444000	822	444000	822
- Mantenimiento vehículo:								
.. llantas		0	240000	444	240000	444	240000	444
.. batería		0	30000	56	30000	56	30000	56
.. aceite y filtros	42000	78	42000	78	42000	78	42000	78
- Reparaciones					540000	1000	540000	1000
- Semilla:								
.. gramínea	585000	1083						
.. leguminosa	1218750	2257						
- Fertilizantes:								
.. superfosfato triple (200 kg)	650000	1204						
.. sulpomag	252500	468						
.. óxido de magnesio	48375	90						
- Insumos varios	1080000	2000						
- Báscula	1080000	2000						
TOTAL COSTOS	80233758	14858	3360375	62222	3900375	7222	390075	7222
TOTAL COSTO EN 4 AÑOS..... US\$ 42648.0 *								

* Valor capitalizado al 7% anual

REFERENCIAS

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) (1987). CIAT Report-1987. Cali, Colombia.

_____. (1988). CIAT Report-1988. Cali, Colombia.

IFM (International Monetary Found) (varios años). International Financial Statistics. Anuarios

JANSSEN, W., L.R. SANINT, L.RIVAS y G. HENRY (1990). CIAT's commodity portfolio reexamined: indicators of present and future importance. In: Trends in CIAT Commodities 1990, Working Document No.74, CIAT, Cali, Colombia. November.

SERE, C. y L.S. JARVIS (1988). The betting line of beef: ex-ante estimates of improved pastures - Research benefits for the Latin American tropics. Presented in ISNAR/Rutgers Agricultural Technology Management Workshop, _____ Rutgers University, New Brunswick, New Jersey, USA. July 6-8, 1988.