



**Ritmo económico  
de la Investigación y  
Transferencia de Tecnologías  
generales por el INIAP - ECUADOR:  
Caso maíz duro**

**Marcelo Tacis J.  
Luis Merloza C.  
Fernand Yáñez V.**

**2011**

**Revisión de texto**

Comité Publicaciones Estación  
Experimental Tropical Pichilinge.

**Publicación Técnica No. 143**

**Fotografías**

Departamento de Difusión/ Economía Agrícola, EIESC

**INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO  
DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS INIAP**

Av. El Alfaro N31350 y Amazonas, Edificio MAGAP, piso 4

Tel.: (53-2) 2 56745 / 2 565963

Fax: (53-2) 2 50440

Correo electrónico: iniap@iniap.gob.ec

Esta publicación será citarse así:

Racine J, M; Meza C, L; Jerez V, F. (2010). Retorno económico de la Investigación y  
Transferencia de tecnologías generadas por el INIAP – Ecuador: Caso Maíz duro, Quito,  
Ecuador: INIAP, Dirección de Planificación y Economía Agrícola, 60 p, (Publicación Técnica  
No. 143).

**Diseño diagramación e impresión**

El TalleAzul

tazul@o.satnet.r / 2 230 310

Enero, 2011

Quito-Ecuador

El contenido de este documento es de responsabilidad exclusiva de los autores y no  
representa necesariamente el punto de vista de las instituciones o personalidades que han  
colaborado en su elaboración y edición.



## **RETORNO ECONÓMICO DE LA INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS GENERADAS POR EL INIAP ECUADOR: CASO MAÍZ DUR**

**Marcelo Racines J.  
Luis Mendoza C.,  
Fernando Yáñez V**

**Enero 2011**

Marcelo Racines J., y Luis Mendoza C. son investigadores de la Dirección de Planificación y Economía Agrícola del INIAP. Fernando Yáñez V participó en el estudio como Egresado, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

El presente estudio se realizó en el período 2009 - 2010 y formó parte del proyecto "Adopción, Impacto y Costos", el cual es parte del Programa de Fortalecimiento Institucional del INIAP. Los autores agradecen la colaboración de los técnicos de los Programas y Departamento de las Estaciones Experimentales Tropical Pichilingue y Portoviejo, a sus Directores Dr. Ignacio Oromayor Herrera e Ing. Marat Rodríguez, respectivamente, así como también al Director de Planificación y Economía Agrícola Econ. Palo Játiva, y a todas las personas y entidades que respondieron a nuestra solicitud de información para la realización del presente trabajo.

## Resúmen

El objetivo de este estudio fue el de cuantificar el impacto económico de las inversiones realizadas por el INIAP en investigación y transferencia de tecnologías como aporte al desarrollo del cultivo de maíz duro en Ecuador, durante el período 2000-2008. Para el efecto, se utilizó el modelo del excedente económico generado por cambio tecnológico.

La zona de influencia del estudio fue a nivel nacional. Las variables analizadas fueron: superficie cosechada, producción, rendimiento, precios, valor de la producción, exportaciones, importaciones, tasa de adopción, costo de la investigación, costos de investigación y transferencia de tecnología.

Los resultados establecen que los costos de investigación y transferencia de tecnología durante el período 1994-2008 ascendieron a

## Summary

The objective of this study was to quantify the economic impact of the investment made by INIAP on research and technology transfer as a contribution to development hard corn in Ecuador, during period 2000-2008. A model of economic surplus generated by the technologic change was used.

The study influence was all country. The following variables were measured: harvested surface, production, yield, prices, production value, exportations, importations, adoption rate, research cost, and technology transferance.

The results indicated that the costs of research and technology transferance during period 1994-2008 reached USD 5'012.198,40.



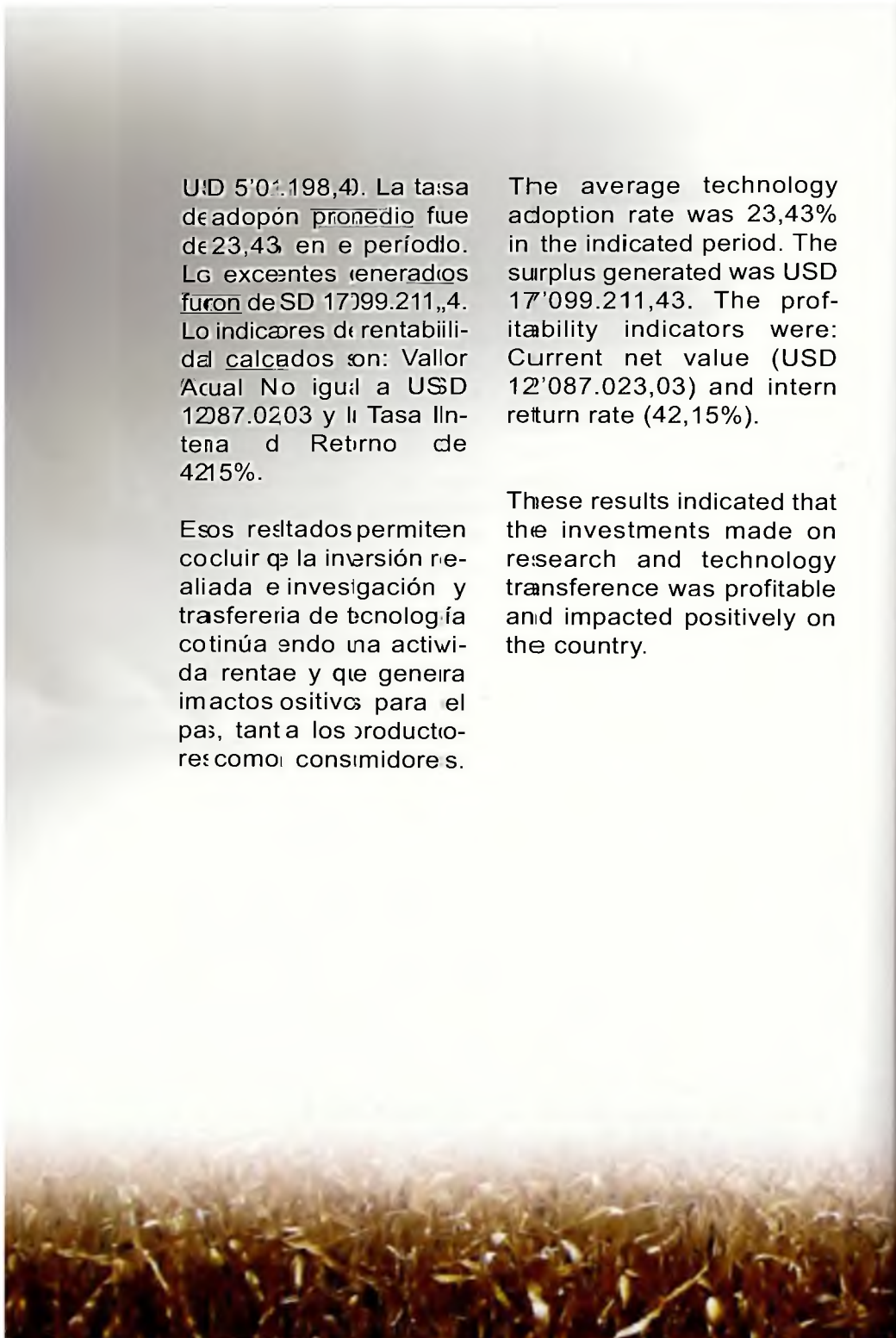


USD 5'01.198,4). La tasa de adopción promedio fue de 23,43 en el período. Los excedentes generados fueron de USD 17'099.211,4. Los indicadores de rentabilidad calculados son: Valor Actual Neto igual a USD 12'087.023,03 y la Tasa Interna de Retorno de 42,15%.

Esos resultados permiten concluir que la inversión relacionada con la investigación y transferencia de tecnología continúa siendo una actividad rentable y que genera impactos positivos para el país, tanto para los productores como para los consumidores.

The average technology adoption rate was 23,43% in the indicated period. The surplus generated was USD 17'099.211,43. The profitability indicators were: Current net value (USD 12'087.023,03) and internal return rate (42,15%).

These results indicated that the investments made on research and technology transference was profitable and impacted positively on the country.





## Tabla de Contenido

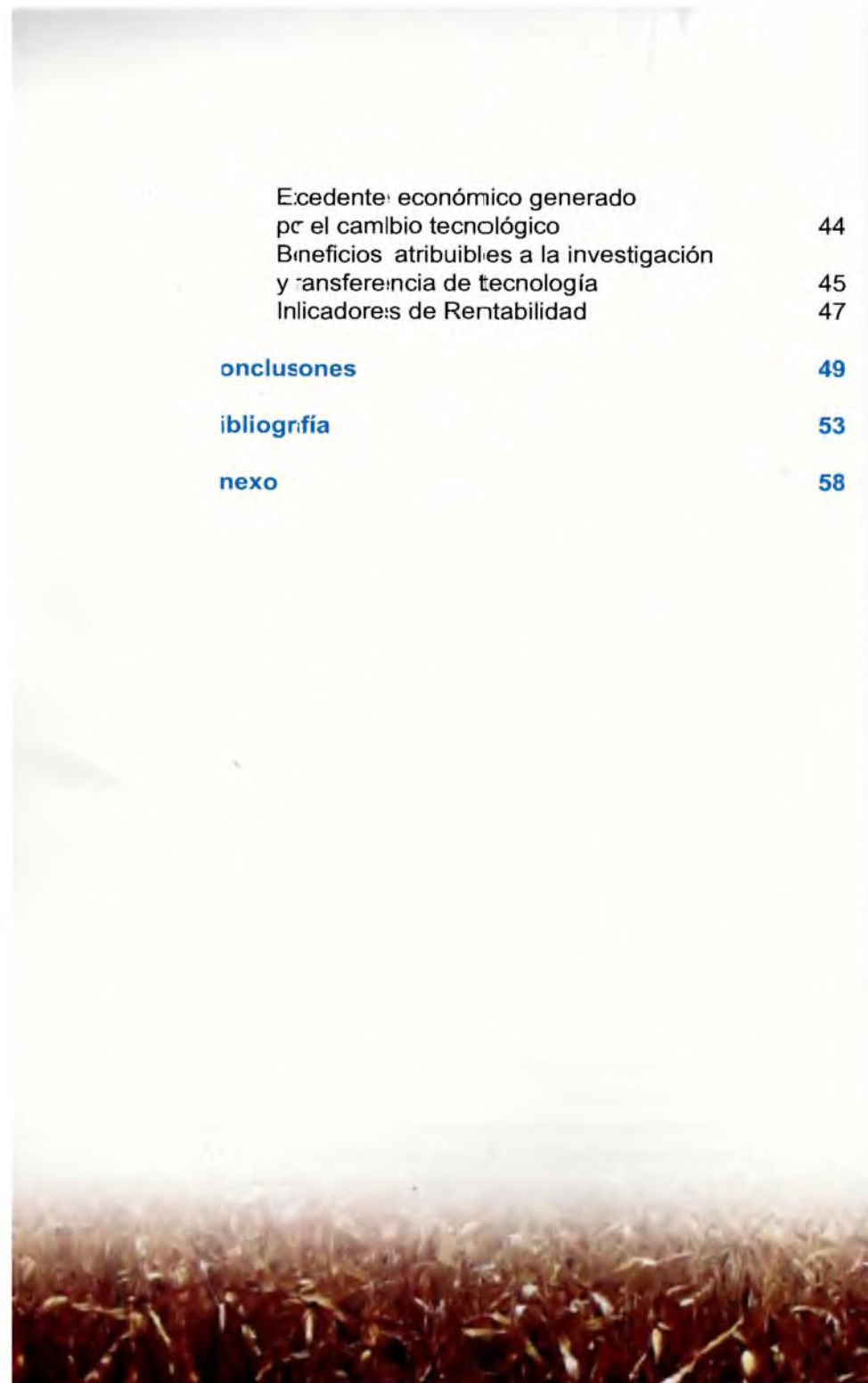
<b>Introducción</b>	<b>9</b>
<b>El cultivo de maíz duro en Ecuador</b>	<b>11</b>
Evolución de la superficie cosechada: sembrada y hectáreas perdidas	12
Evolución de la producción	13
Evolución de los rendimientos	14
Distribución de la superficie cultivada y producción	15
Sistemas de manejo y zonas de producción	16
Precios al productor	17
Costos de producción	18
Exportaciones, importaciones y balanza comercial	20
Crédito	21
Comercialización	22
La investigación del INIAP, aporte para el desarrollo del sector maicero	24
Transferencia y difusión de tecnologías	27
<b>Análisis económico</b>	<b>29</b>
Descripción del modelo	30
Estimación del excedente económico	32
Estimación de la rentabilidad	35
<b>Resultados</b>	<b>37</b>
Estimación de los costos de investigación y transferencia de tecnología	37
Tasa de adopción	39
Peso atribuible a la investigación	42
Desplazamiento de la curva de la oferta	42

Excedente económico generado por el cambio tecnológico	44
Beneficios atribuibles a la investigación y transferencia de tecnología	45
Indicadores de Rentabilidad	47

<b>Conclusiones</b>	<b>49</b>
---------------------	-----------

<b>Bibliografía</b>	<b>53</b>
---------------------	-----------

<b>Índice</b>	<b>58</b>
---------------	-----------





## **Introducción**

El objetivo de este estudio fue estimar el impacto económico de las inversiones realizadas por el Estado ecuatoriano a través del INIAP, en la generación y transferencia de tecnologías en maíz duro en Ecuador durante el período 200-2003.

El maíz duro en Ecuador es uno de los productos agrícolas más importantes en la economía nacional. Constituye la principal materia prima para la elaboración de alimentos balanceados destinados a la industria animal, especialmente a la avicultura comercial y en menor cantidad se destina a la industria de elaboración de almidones, féculas y snacks (Villavicencio y Zambrano, 2009).

La investigación agropecuaria surge como la alternativa para elevar la producción, en base a mejores rendimientos y/o reduciendo los costos unitarios de producción. Estos objetivos se logran por medio de programas de investigación, que permiten obtener materiales mejorados con características de alto rendimiento, resistentes a plagas y enfermedades, así como prácticas eficientes para el manejo de cultivos que luego, a través de un sistema de transferencia de tecnología puedan ser adoptadas por los usuarios de las tecnologías (Racines, 1992).



Los Programas de Maíz del INIAP, ejecutan sus actividades a través de proyectos interdisciplinarios y participativos, calificados por su prioridad, el impacto social, la metodología y resultados esperados, que están orientados a solucionar problemas tecnológicos. Los Programas y Departamentos de apoyo al INIA, no solo han trabajado en la generación de variedades e híbridos mejorados y adaptados a las condiciones locales de producción, sino que también han generado tecnologías complementarias para el manejo del cultivo (Delgado y Jativa, 2010).

La importancia de realizar esfuerzos para estimar los retornos de la investigación se justifica, por cuanto posibilita evaluar en qué medida la inversión en ciencia y tecnología puede ser recuperada. En un sentido más amplio, el análisis de impacto económico de las inversiones realizadas intenta estimar los efectos que la investigación causó en el pasado y produce en el presente.

El modo económico utilizado en el presente estudio, está basado en el cálculo del excedente económico, el cual según Joan Echeverría (1990) es un método que estima una tasa promedio de retorno a la inversión en investigación y transferencia de tecnología en base a beneficios calculados como porcentaje del incremento de producción debido al cambio tecnológico.



## **El cultivo de maíz duro en Ecuador**

En Ecuador el maíz duro es un cultivo que se siembra a nivel nacional en Costa, Sierra y Anazón. En función a la superficie sembrada, es el segundo cultivo transitorio en importancia a nivel nacional luego del arroz, y representa una fuente directa de ingresos para familias ecuatorianas, además que es la materia prima más importante en la elaboración de alimentos balanceados (Zambrano, 2008).

De los cultivos agrícolas sembrados en el país, el maíz duro es uno de los de mayor tradición, el 1% del área y el 75% de la producción corresponden al sector tradicional, caracterizado por su ubicación en áreas agrícolas poco fértiles, limitado uso de semillas mejoradas y tecnología actualizada, constituido por pequeños productores para quienes el maíz es una necesidad. El 80% del área sembrada y de la producción está en manos de agricultores empresariales con acceso a buena tecnología, uso de semilla certificada de cultivares de alto potencial productivo, ubicados especialmente en la zona central del Litoral ecuatoriano (Reyes, 2005).

## Evolución de la superficie sembrada, cosechada y hectáreas perdidas

La superficie sembrada de maíz duro durante el período 2000-2008 presentó una tendencia creciente. En el año 2000 la superficie sembrada fue de 240.201 ha, llegando al 2008 a 237.066 ha., lo que representó un crecimiento del 36,6%, con una tasa promedio anual de crecimiento del 5,0% (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Superficie sembrada, cosechada y hectáreas perdidas de maíz duro. Ecuador, 2000 – 2008.**

Año	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Hectáreas perdidas (%)
2000	240.201	228.868	4,72
2001	251.127	247.188	1,57
2002	268.493	265.396	1,15
2003	241.417	234.468	2,88
2004	271.338	261.290	3,70
2005	247.411	229.058	7,42
2006	290.493	270.189	6,99
2007	328.277	306.719	6,57
2008	237.066	219.494	7,41

Fuente INEC (2009)

En el año 2008 se registraron 237.066 ha sembradas, existiendo un decremento del 27,78% con relación al año 2007 debido a las condiciones climáticas desfavorables presentes al inicio del año y durante el desarrollo del cultivo según el reporte del Banco Central del Ecuador (BCE, 2008).

Durante el período de estudio, el promedio de hectáreas perdidas fue de 4,71%. Como se puede observar en el Cuadro 1, los años con la mayor cantidad de hectáreas perdidas son el 2005 y el 2008, alcanzando el 7,42% y





7,41%, respectivamente. Los informes de cosecha emitidos por el Banco Central del Ecuador, explican que en el año 2005 se perdió gran parte de las hectáreas sembradas debido al retraso en la época lluviosa, mientras que para el 2008 ésta resultó excesiva y prolonga.

### Evolución de la producción

La producción de maíz duro, a nivel nacional en el período en estudio experimentó significativos incrementos. En el año 2000 se produjo 487.825 t., alcanzando en el 2007 una producción de 887.660 t, lo que representó un incremento del 67,71% en este período, con una tasa anual promedio de crecimiento de 9,67%. En el 2008 hubo un decremento en la producción, disminuyendo a 614.494 t., que representó el 31% menos en la producción con relación al año 2007. Esto obedeció a que la superficie sembrada y cosechada tuvo el mismo comportamiento (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Producción y rendimiento nacional de maíz duro. Ecuador, 2000 – 2008.**

Año	Producción	Rendimiento (ha)
2000	487.825	13
2001	504.264	04
2002	508.783	92
2003	537.821	29
2004	652.002	50
2005	669.317	24
2006	647.185	40
2007	887.660	89
2008	614.494	80

Fuente: INEC (2009)



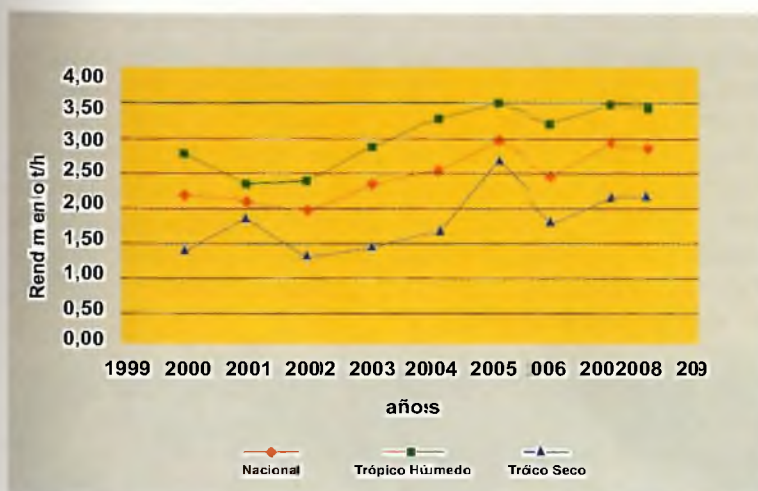
La disminución en la producción de maíz duro que se presentó a nivel nacional en el año 2008, se debió al exceso de humedad, a causa de la fuerte época lluviosa que se presentó este año, que además provocó las condiciones adecuadas para la presencia de plagas que atacaron al cultivo (CE, 2008).

### **Evolución de los rendimientos**

En el país, el rendimiento promedio del cultivo es de 2,8 t/ha, muy inferior al de otros países de la región como Colombia (3,85 t/ha), Perú (3,9 t/ha) y Argentina (5,6 t/ha). Estos bajos rendimientos se deben en gran medida al poco uso de semilla certificada que garantiza la calidad de genios de alto rendimiento en cada ciclo, ya que menos el 30% de los productores maiceros la utiliza (Zambrio, 2008).

Los rendimientos en maíz duro mantuvieron una tendencia creciente durante el período 2000-2008, así para el año 2000 el rendimiento nacional fue de 2,13 t/ha, llegando en el año 2008 a 2,80 t/ha, lo que representó un crecimiento del 32,39%. En el período de estudio el rendimiento creció a una tasa anual promedio de 4,5%.





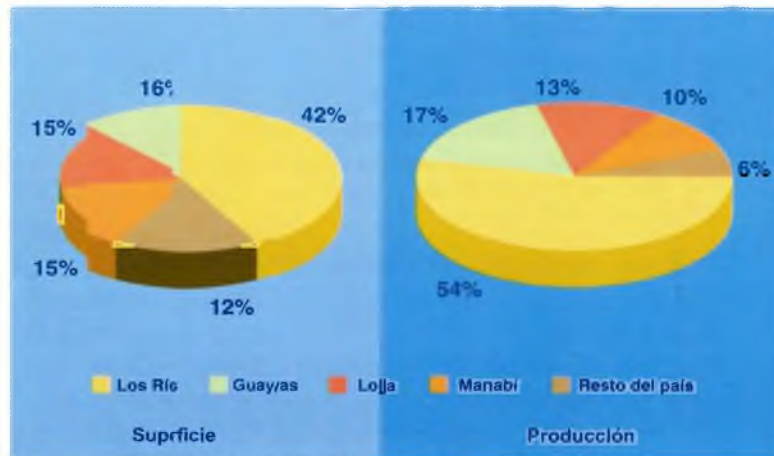
**Figura 1. Rendimiento nacional de maíz (uro. Ecuador 2000–2008**  
Fuente: INEC 2009)

En las zonas maiceras del trópico húmedo (uayas/ Los Ríos) y trópico seco (Manabí y Loja), el rendimiento mantuvo una tendencia creciente al igual que el nacional. De esta manera, en el trópico húmedo se registra en el año 2000 un rendimiento de 2,73 t/ha llegando en 2008 a 3,37 t/ha, con una tasa de crecimiento anual promedio de 34%; además es importante señalar que en esta zona se observan los más altos rendimientos. En el trópico seco el rendimiento en el 2000 fue de 1,33 t/ha, llegando en 2008 a 2,14 t/ha.

### **Distribución de la superficie cultivada y producción.**

En la Figura 2, se puede observar que en el año 2008 la mayor zona productora del país fue la provincia de Los Ríos con el 42% de la superficie sembrada, la misma que portó con el 54% de la producción nacional y reportó un rendimiento

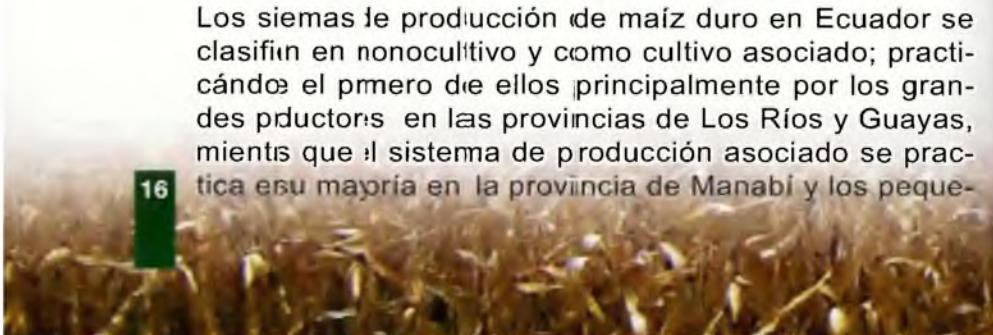
El promedio de 3,45 t/ha, a continuación la provincia del Guayas, con el 16% de la superficie sembrada, el 17% de la producción y un rendimiento de 3,15 t/ha; le sigue la provincia de Loja con el 15% de la superficie sembrada y 13% de la producción nacional con un rendimiento de 2,61 t/ha, la provincia de Manabí también con el 15% de la superficie sembrada, aporta con el 10% de la producción y un rendimiento de 1,70 t/ha. El resto del país se encuentra con el 12% de la superficie restante y aporta únicamente con el 6% de la producción nacional.



**Figura. Distribución de la superficie cultivada y Producción., Ecuador, 2008**  
Fuente: INEC 2009

### Sistemas de manejo y zonas de producción

Los sistemas de producción de maíz duro en Ecuador se clasifican en no asociado y como cultivo asociado; practicándose el primero de ellos principalmente por los grandes productores en las provincias de Los Ríos y Guayas, mientras que el sistema de producción asociado se practica en su mayoría en la provincia de Manabí y los peque-





ños productores de las provincias de Los Ríos y Guayas. La asociación se la realiza con cultivos con maníyuca, fréjol y otros (Crespo, 2005).

Por el tamaño de los predios se pueden clasificar en grandes, medianos y pequeños; por las zonas de producción y tipo de agricultor considerado pequeño por contar con menos de 10 ha (60% de los agricultores); mediano con 10 a 50 ha (30%) y grande con más de 50 ha (10%) (Cespo, 2005).

La producción de maíz duro, también se la puede clasificar en tradicional o de subsistencia y en comercial o intensiva. La primera se caracteriza por un limitado empleo de tecnología y de insumos, con un débil vínculo con el mercado y alto empleo de mano de obra familiar, stando compuesta por casi en su totalidad de predios inferiores a las 10 ha, las cuales representan un buen número de fincas productoras dispersas en toda la provincia de Manabí. La segunda es aquella que se desarrolla en forma comercial y empresarial, orientada al mercado con empleo de recursos técnicos y financieros, compuesta por predios superiores a las 10 ha, las cuales representan fincas productoras dispersas en las provincias de Los Ríos y Guayas (Crespo, 2005).

### **Precios al productor**

Los precios del maíz duro pagados a productor a nivel de finca, durante el período 2000-2008, presentaron una tendencia creciente, con una tasa anual promedio de crecimiento del 8%. Así en el año 2000 el precio fue de 44,63 USD/tonelada, y subió en el 2008 a 70,00 USD/tonelada, lo que representó una tasa de crecimiento acumulada del 70% (Figura 3).



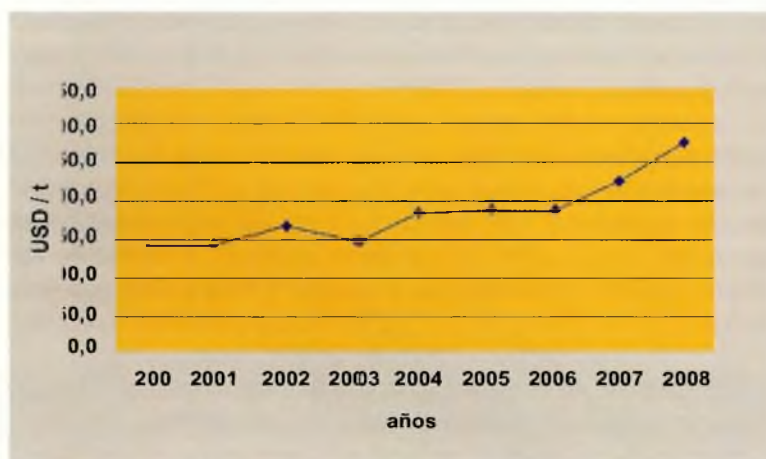


Figura 3. Precios pagados al productor a nivel de faja de maíz duro.

Fuente: MAGAP

### Costos de producción

Los costos de producción, inciden directamente en la toma de decisiones de los productores sobre la inversión a realizar en el cultivo de maíz duro. En el 2009 los costos de producción se incrementaron debido a los altos precios de los insumos, sin embargo, el aumento de los precios al productor, permitió que los agricultores puedan afrontarlos.

Los costos de producción de maíz duro en el año 2009 en el sistema tecnificado de seco fueron de 1.472,32 USD/ha, con un rendimiento promedio de 200 qq/ha; mientras que con recomendaciones del INIAP utilizando labranza convencional, los costos de producción ascendieron a 1.094,69 USD/ha con un rendimiento promedio de 160 qq/ha.

Al analizar comparativamente los costos de producción por hectárea de maíz duro entre la recomendación INIAP y el sistema tecnificado, se aprecian algunas diferencias (Cua-



dro 3). La mano de obra en el sistema tecnificado es 48,9% mayor, ya que se requiere una mayor cantidad para la fertilización. El costo de la semilla en el tecnificado es mayor en 204,2%, debido al uso de semilla importada un precio de 7,3 USD/kg, frente a los 2,4 USD/kg de la semilla INIAP. Respecto a fertilizantes, el tecnificado invierte el 51, % más, con relación a la recomendación INIAP. El costo de los controles fitosanitarios en la recomendación INIAP es algo mayor. En lo referente al uso de maquinaria, equipos, materiales y otros, en el sistema tecnificado el costo e incrementa en 27,7%.

**Cuadro 3. Costos de producción de maíz duro | sistema tecnificado y recomendación INIAP Ecuador, 2009.**

Elementos de Costos	Sistemas			
	Recomendación INIAP		Tecnificado	
	USD	%	USD	%
Mano de Obra	174,00	15,7	259,00	17,3
Semilla	36,00	3,2	109,50	7,3
Fertilizantes	281,33	25,3	425,00	28,4
Controles Fitosanitarios	87,20	7,9	39,10	2,6
Maquinaria, equipo, materiales y otros	271,00	24,4	346,00	23,2
Total Costos Directos	849,53	76,5	1.178,60	78,9
Costos Indirectos*	245,16	23,5	293,60	21,1
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>1.094,69</b>	<b>100,0</b>	<b>1.472,30</b>	<b>100,0</b>
Rendimiento (qq**)	160,00	Qq/ha	200,00	qq/ha
Precio venta	11,50	\$/qq	11,50	\$/qq
Ingreso Bruto	1.840,00	\$/ha	2.300,00	\$/ha
Ingreso Neto	745,84	\$/ha	827,60	\$/ha
<b>Costo Unitario de Producción</b>	<b>6,84</b>	<b>\$/qq</b>	<b>7,36</b>	<b>\$/qq</b>

Fuente: Villavicencio P., Zambrano J., 2009. MAGAP. Dirección Provincial Agropecuaria del Guas

El costo unitario de producción de maíz duro seco con la recomendación INIAP fue de USD 6,8; mientras que para el tecnificado este fue de USD 7,36; que corresponde a un 7,6% menor. En ambos casos la producción de maíz generó beneficios para los productores.

### Exportaciones, importaciones y balanza comercial

En el cuadro ha existido un incremento en la producción nacional durante el período 2000-2008, pero ésta es insuficiente para satisfacer la demanda interna, siendo necesaria la importación de maíz duro. Durante este período las importaciones han aumentado año tras año, así en el año 2000 se importaron 150.487 toneladas, mientras que en el 2008 fueron 327.952 toneladas, lo que representó un incremento en el 117%. Además han existido exportaciones de maíz duro, debido a que existe una estacionalidad de la producción en la época lluviosa (Cuadro 4).

En el período 2000-2008, la balanza comercial de este producto fue negativa pues se puede ver que las exportaciones han sido menores a las importaciones (Cuadro 4). La tendencia de la balanza comercial irá cambiando a medida que la producción nacional cubra la demanda para la industria, sin embargo, las importaciones se mantendrán mientras no se incrementen los rendimientos, ni se reduzcan los costos de producción por hectárea.

**Cuadro 4. Producción nacional y comercio exterior de maíz duro, Ecuador 2000-2008.**

Año	Producción nacional (t)	Exportaciones (t)	Importaciones (t)	Balanza Comercial
2000	48.825	81.680,48	150.487,07	-68.806,59
2001	50.264	85.111,86	156.584,79	-71.472,93
2002	50.783	73.001,60	381.178,44	-308.176,83
2003	53.821	64.914,70	356.281,43	-291.366,73
2004	65.002	38.291,46	457.710,67	-419.419,20
2005	66.317	32.845,71	417.866,53	-385.020,83
2006	64.185	532,22	483.320,78	-482.788,56
2007	88.660	16.714,58	553.160,41	-536.445,83
2008	61.494	18.382,06	327.952,78	-309.570,72

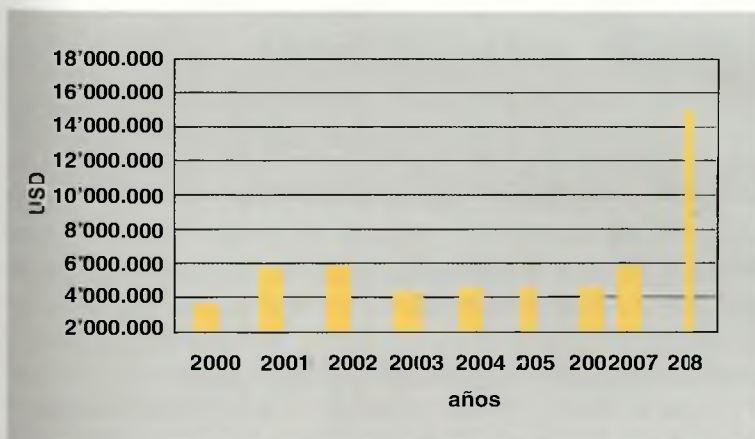
Fuente: MAGA y Banco Central del Ecuador



## Crédito

El Banco Nacional de Fomento (BNF), se ha constituido en el principal medio por el cual el Estado ecuatoriano otora crédito para el sector agrícola, dentro del cual la producción de maíz duro, después del arroz es el segundo bro al que se destina prioritariamente el crédito.

Del total de crédito financiado para cultivos agrícolas en el período 2000-2008, el maíz duro tuvo un notable crecimiento como se observa en la Figura 4.



**Figura 4. Crédito otorgado por el BNF para la producción de maíz duro. Ecuador, 2000-2008.**

Fuente: Banco Nacional de Fomento

En el año 2000 el crédito otorgado fue de USD 654.82 para la producción de maíz duro, en el 2001 y 2002 llegó a USD 3'825.683 y USD 3'898.806, respectivamente en el 2007 alcanzó a USD 4'004.236 y en el 2008 se otorgó USD 16'413.984, equivalente al 19,04% del total otorgado para cultivos agrícolas (Cuadro 5).



**Cuadro 5. Crédito en dólares otorgado por el BNF para cultivos agrícolas, maíz duro y porcentaje del total. Ecuador, 2000-2008**

Año	Cultivos (USD)	Maíz (USD)	Participación del total (%)
2000	6'281.917	1'654.842	26,34
2001	19'111.164	3'825.683	20,02
2002	20'593.644	3'898.806	18,93
2003	22'406.822	2'567.708	11,46
2004	32'295.966	2'984.562	9,24
2005	31'254.802	2'907.474	9,30
2006	33'215.011	3'030.479	9,12
2007	42'069.270	4'004.236	9,52
2008	86'187.330	16'413.984	19,04

Fuente: BNF.

El BNF reportó que el área atendida con el crédito de USD 16'413.984 en el año 2008 fue de 29.400 hectáreas, lo que representa un incremento de 223,08% en relación al 2007, en el que se otorgaron USD 4'004.236 de crédito, monto con el que se atendieron aproximadamente a 9.100 hectáreas.

### Comercialización

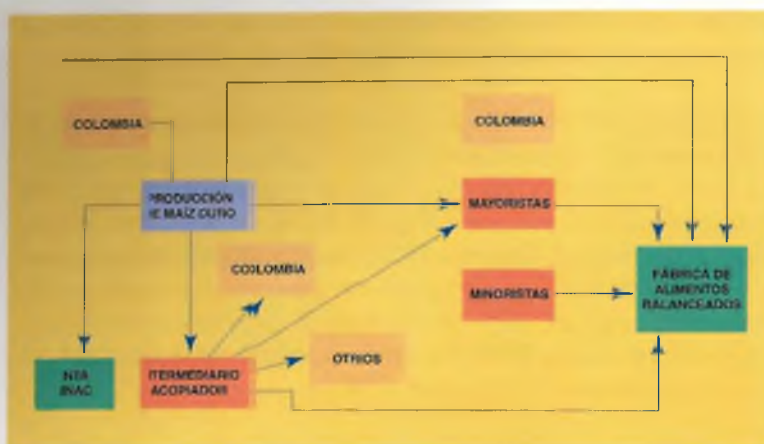
La producción de maíz duro tiene como principal destino la industria de alimentos balanceados, en menor cantidad a la industria de almidones y féculas y una mínima parte de ésta se destina para el autoconsumo. Es importante destacar que el maíz duro es el ingrediente principal de los alimentos balanceados (Zambrano, 2008).

Generalmente los grandes agricultores venden su producción directamente a las industrias, mientras que los pe-

pequeños y medianos agricultores venden la producción a mayoristas o intermediarios (Zambrano, 1999).

Los productores medianos y pequeños tratan de vender rápidamente sus cosechas de maíz, debido a que no disponen de infraestructura física adecuada para el almacenamiento, lo que en gran parte influyen los bajos precios recibidos. De un 60% de los agricultores la producción es adquirida por intermediarios o industriales en la misma finca, un 20% venden a cooperativas de productores y el restante 20% se comercializa en los centros de acopio cercanos (Zambrano, 2008).

Existen tres tipos de empresas de acopio y procesamiento del maíz duro. En el primer tipo se encuentran aquellas que están vinculadas al sector bancario y/o financiero, que ofrecen servicio de almacenamiento hasta que el agricultor decide vender su producción. El segundo tipo está representado por la agroindustria, que mantiene en la zona construcciones de alta capacidad para guardar el maíz. Finalmente el tercer tipo está representado por pequeñas empresas asociativas que reciben preferentemente el producto de sus socios y lo almacenan hasta el momento de la comercialización. Durante el período en estudio (2000-2008), las exportaciones realizadas fueron como destino principal la República de Colombia. En la figura 5, se muestran los canales básicos de comercialización que se han identificado en el proceso agroindustrial del maíz duro (AFABA, 2008).



**Figura 5. Canales de comercialización del maíz duro.**  
Fuente: AFABA.

El principal agente de comercialización de maíz duro lo constituye los intermediarios, además que varias empresas vinculadas a la industria avícola y de balanceados apoyan a los agricultores con paquetes tecnológicos y con la compra anticipada de la cosecha, un porcentaje mínimo de agricultores acceden a estos beneficios. La mayoría de productores comercializan sus productos a través de intermediarios, quienes no siempre pagan los precios justos (BCE, 2001).

### La investigación, aporte para el desarrollo del sector maicero

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAI, fue creado en 1959 como una entidad autónoma pero posteriormente fue adscrita al Ministerio de Agricultura y Ganadería, actualmente denominado MAGAP. Finalmente, en julio de 1992, el INIAP mediante Ley Constitutiva se convierte en entidad de derecho público, descentralizada dotada de personería jurídica y autonomía administrativa económica, financiera y técnica, con patrimonio propio y presupuesto especial (MAGAP, 2009).

La investigación del INIAIP en el mejoramiento de maíz duro se inicia con la creación del Programa de Maíz en la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Considerando la importancia económica del maíz en Manabí, a partir de 1983 la Estación Experimental Portoviejo creó un Programa similar con la finalidad de generar tecnologías adecuadas para las condiciones del trópico seco del litoral ecuatoriano. El mejoramiento del maíz duro ha tenido como fuente el genoplasm nacional, cruzado con cultivares provenientes de otros países. Los materiales de maíz duro generados por el INIAIP se presenta en el Cuadro 6, en donde se puede apreciar que el trabajo se entró en la generación de variedades y a partir del año 1985 en la de híbridos, con una tendencia creciente en sus rendimientos, como respuesta a la demanda por ese tipo de material.

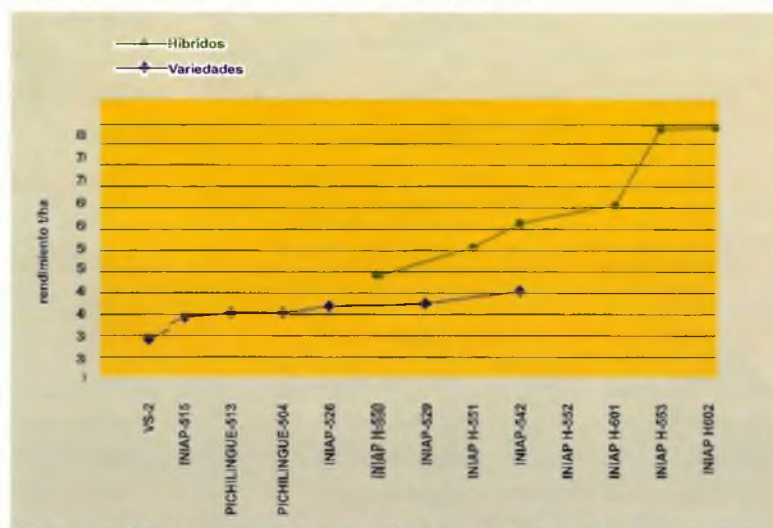
**Cuadro 6. Variedades e híbridos de maíz duro generados por el INIAIP.**

Año	Variedades e Híbridos	Rendimiento (kg/ha)
1959	VS-2	3.400
1969	INIAP-515	3.900
1972	PICHILINGUE-513	4.000
1974	PICHILINGUE-504	4.000
1979	INIAP-526	4.100
1985	INIAP H-550	4.800
1988	INIAP-529	4.200
1990	INIAP H-551	5.500
1994	INIAP-542	4.500
2003	INIAP H-552	6.100
2003	INIAP H-601	6.500
2009	INIAP H-553	7.800
2009	INIAP H-602	8.000

Fuente: INIAIP



La investigación en materiales genéticos mejorados se la puede dividir en dos períodos. El primero corresponde a la generación de variedades, que se inició en el año 1959 con la liberación de la variedad S-2, y terminó con la INIAP-542, el año 1994, con rendimientos comerciales de 3.400 kg/ha y 4.500 kg/ha, respectivamente; lográndose un incremento del 32% en el rendimiento de variedades. El segundo período corresponde a la generación de híbridos, que inició en 1985 con la liberación del híbrido INIAP H-550, con un rendimiento comercial de 4.800 kg/ha; en el año 2009 se liberó el INIAP H-602, último híbrido puesto a disposición de los productores maiceros con un rendimiento de 8.000 kg/ha. Durante este período se incrementaron los rendimientos en un 83%. El nivel de rendimiento, costo de semilla, calidad del grano y adaptación de los híbridos desarrollados por el INIAP, obliga a las empresas privadas a promocionar materiales mejorados de maíz, que superen las mencionadas características de dichos materiales (Figura 6).



**Figura 6. Rendimiento de variedades e híbridos de maíz duro generados por INIAP.**  
Fuente: INIAP.

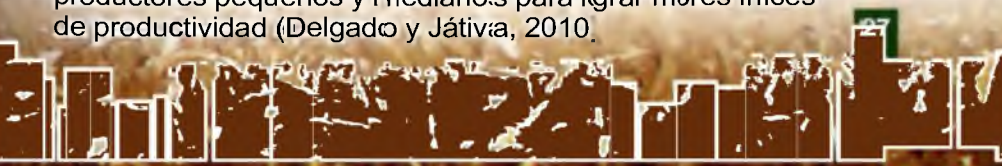
En la generación de nuevos materiales además de buscar mejores rendimientos, entre otras características se busca también la obtención de materiales precoces, con resistencia o tolerancia a las principales plagas y enfermedades presentes en su momento, buena calidad de granos etc, se investiga para brindar soluciones tecnológicas los problemas demandados por los productores.

La generación de dichas tecnologías, está enfocada al manejo racional y utilización de los recursos naturales, procurando un ambiente sano, evitando el uso de agroquímicos contaminantes, reemplazándolos en lo posible por agentes de control biológico de plagas y enfermedades; y que el país precisa con urgencia mejorar la explotación de sus recursos naturales para preservarlos de la degradación y conservarlos para las futuras generaciones (Delgado y Játiva, 2010).

En la actualidad los materiales que se encuentran en el mercado son la variedad INIAP-542 y los híbridos IMP H-01 e INIAP H-602 recomendados para la zona seca (Mabí, Laja), y los híbridos INIAP H-551 e INIAP H-553 recomendados para las provincias de Los Ríos y Guayas. Estos materiales tienen un rendimiento comercial entre 5.500 y 3.000 kg/ha, con su respectiva tecnología de manejo agronómico de preparación de suelo, manejo de semilla, siembra, control de malezas, fertilización, control de plagas y enfermedades (INIAP, 2000).

### **Transferencia y difusión de tecnologías**

La transferencia de tecnología y difusión de innovación implica la transmisión de conocimientos generados como resultado de la investigación científica. Estas son actividades educativas, de extensión y divulgación. Un pueblo con mayor conocimiento será un pueblo más productivo, por ello el Estado debe asumir los costos de transferencia de este conocimiento a productores pequeños y medianos para lograr mejores índices de productividad (Delgado y Játiva, 2010).



El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ha promovido estrategias, métodos y modelos, que han permitido que las tecnologías generadas por las Estaciones Experimentales sean complementadas con la investigación y validación realizada por los agricultores en sus propias fincas de acuerdo a su realidad. De esta manera, se logra que los productores sean parte activa y responsable del proceso de generar, valorar y transferir tecnología agropecuaria (INIAP, 2009).

En el último Censo Agropecuario del Ecuador (2002), se determinó, que el 6,1% de los productores apenas accedió a algún tipo de capacitación, pues no existe actualmente un sistema oficial de extensión agropecuaria que entregue o promueva el uso de componentes tecnológicos generados que faciliten y apoyen al productor, particularmente a los medianos y pequeños (INIAP, 2009).

El INIAP impulsó el Sistema de Transferencia y Difusión de Tecnología (STDT), que se basa en identificar la demanda mediante diagnósticos rurales participativos. El STDT es alternativo, dinámico y con efecto multiplicador, promoviendo el uso de tecnologías sencillas, de fácil acceso, aplicación inmediata, bajo costo y de uso limitado de insumos químicos. El STDT está constituido por los Núcleos de Transferencia y Comunicación (NTC) ubicados en las Estaciones Experimentales del INIAP, y las Unidades de Transferencia de Tecnología, establecidas en regiones o provincias demandantes del servicio (INIAP, 2009).

La actual oferta de capacitación en maíz duro, responde a los requerimientos detectados, mediante planes de transferencia que contienen: contenido teórico-práctico, un cronograma y un presupuesto consensuado. El plan de transferencia se construye enfatizando la tecnología de producción local, la problemática, e identificación y priorización de la oferta tecnológica disponible para la solución de las limitantes (INIAP, 2009).





## **Análisis económico**

La mayoría de los “productos” o tecnologías generadas por la investigación agropecuaria tienen el carácter de bien público y de libre acceso. El desarrollo de nuevos materiales de mayor rendimiento, con resistencia a plagas, enfermedades y efectos climáticos es un trabajo permanente. Cuantificar la contribución de la investigación agropecuaria en términos de beneficios sociales y económicos no es una actividad simple.

El presente estudio se fundamentó en el modo del excedente económico generado por el cambio tecnológico que considera el desplazamiento de la curva de oferta debido al incremento en los rendimientos y en la superficie sembrada, efecto de un impacto positivo de investigación y transferencia de tecnologías que han sido adaptadas por los productores.

En el caso del Ecuador, el volumen de maíz producido, importado o exportado, es relativamente pequeño comparado con el total mundial. Esto implica que cambios en los volúmenes producidos y/o exportados alteran el precio internacional.



## Descripción del modelo

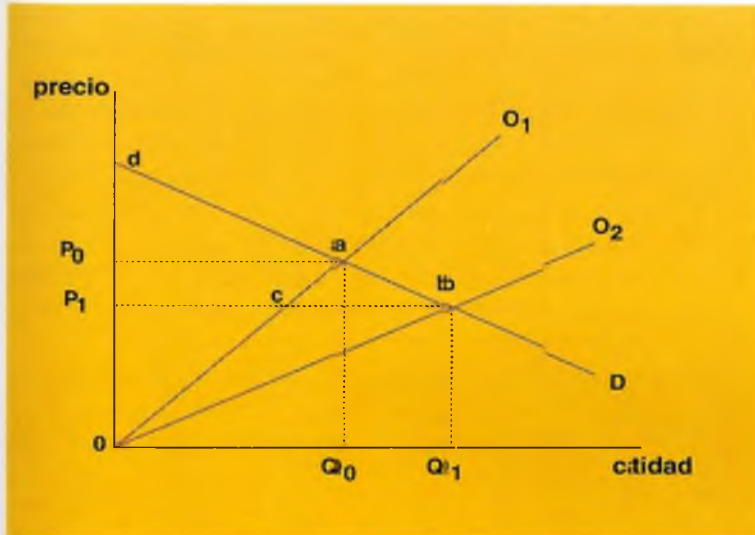
El modelo del Excedente Económico generado por el cambio tecnológico, considera dos tipos de agentes, los productores y los consumidores. El modelo parte de un punto de equilibrio (de las curvas de oferta ( $O$ ) y demanda ( $D$ ), donde se produce y consume una cantidad inicial ( $Q_0$ ) a un precio ( $P_0$ ). El Excedente del Consumidor, se representa gráficamente por el área debajo de la curva de la demanda y arriba del precio de equilibrio  $P_0$ , (Figura 7, área  $daP_0$ ). El excedente del Productor representa el área arriba de la curva de oferta y debajo del precio de equilibrio, (Figura 7, área  $P_0aO$ ).

El incremento de la producción o una reducción de los costos de producción por unidad, por efecto de la adopción de tecnología, produce un desplazamiento de la curva de la oferta de  $O_1$  a  $O_2$ . Esto determina un nuevo punto de equilibrio (en el que se ofrece una mayor cantidad ( $Q_1$ ) a un precio menor  $P_1$ ). Los consumidores pagan un menor precio por una mayor cantidad de producto, lo que representa un cambio en el excedente del consumidor (CEC), (Figura 7, área  $iabP_1$ ) Bojanic y Echeverría, 1990).

Los productores tienden a incrementar sus ganancias al producir más a un menor costo por unidad, en la Figura 7 el área  $cbO$ , presentada por el aumento del Excedente del Productor. Pero al reducir el precio del producto, tienden a reducir sus ganancias representando una disminución en el Excedente de Productor, en la Figura 7 el área  $P_0acP_1$ ; de esta manera, el Cambio en el Excedente del Productor (CEP) será igual a la diferencia de: área  $cbO$  - área  $P_0acP_1$  (Bojanic y Echeverría, 1990)

El Excedente Neto Social, corresponde a la suma del Cambio de Excedente de Consumidor más el Cambio en el Excedente del Productor, en la Figura 7 el área  $abO$ .





**Figura 7. Modelo básico del Excedente Económico debido al cambio tecnológico.**

Fuente: Bojanic y Echeverría, 1990

El desplazamiento de la curva de oferta debido al cambio tecnológico genera un excedente económico total (IET) igual al área sombreada de la Figura 7 (área  $ab101$ ), área que cambia anualmente debido a variaciones en el precio o producción. El cambio en el excedente total es la suma de estas áreas en cada año del período analizado (Bojanic y Echeverría, 1990). Para los fines del estudio la distribución de los beneficios, estuvo en función de la elasticidad de la oferta y se consideró que no existieron distorsiones en el mercado.

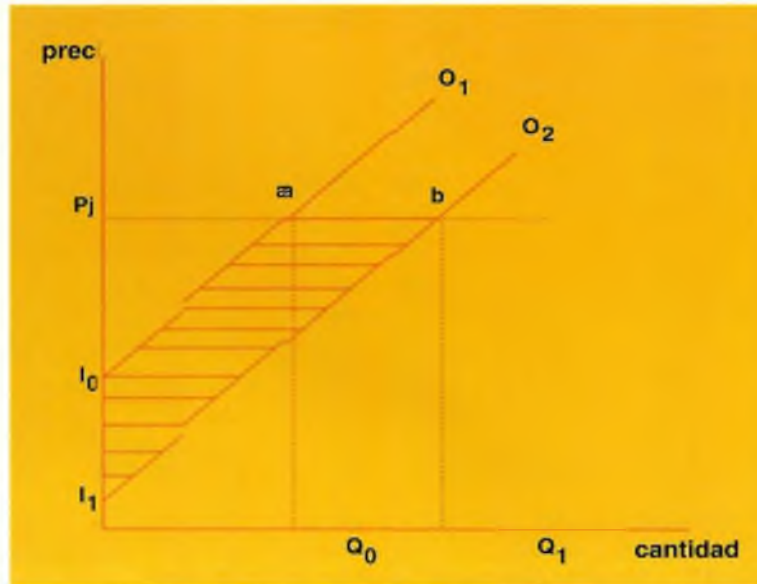


Figura 8 Modelo de Excedentes Económicos con desplazamiento paralelo de la curva de oferta.

Fuente: Sojanic y Echeverría, 1990

### Estimación del excedente económico

Los ingresos adicionales por efecto de la investigación y transferencia tecnológica, se calcularon en función del incremento en la producción generados por la utilización de semilla de materiales mejorados entregados por el INIAP. Para el cálculo se consideró el precio a nivel de finca, elasticidad de la oferta, la tasa de adopción de la tecnología disponible y la asignación de un precio relativo por la investigación y transferencia.

El incremento en la producción (desplazamiento de la curva de oferta), se estableció a través del cálculo de la producción adicional en el cultivo y en cada año analizado, éste se determinó como la diferencia entre el rendimiento promedio nacional y el rendimiento a nivel comercial de los híbridos, a la cual

se denominó Rendimiento Diferencial; éste se multiplicó por la Tasa de Adopción.

El incremento en rendimiento y superficie no solo se debió a los logros de la investigación agropecuaria / transferencia e tecnología, sino también a factores tales como la ganización de productores, crédito, políticas, clima; por lo que este cálculo se determinó el Peso Atribuible a la Investigación, mismo que se estableció a través de entrevistas de opinión calificada a personas relacionadas y conocedoras del sector traicero uatorio.

El desplazamiento de la curva de la oferta por incremento en los rendimientos atribuibles al cambio tecnológico, se calculó de la siguiente manera (Bojanic y Echeverría, 1990):

$$J_r = \sum_{it} \{ [1 - (R_t / R_{it})] (A_i / A_t) \}$$

donde:

<b><math>J_r</math></b>	=	Desplazamiento de la curva de oferta por incremento en los rendimientos en el año $t$ .
<b><math>S_{it}</math></b>	=	Suma del efecto de las variedades ( $i$ ) en el año $t$ .
<b><math>R_t</math></b>	=	Rendimiento promedio nacional en el año $t$ .
<b><math>R_{it}</math></b>	=	Rendimiento promedio de las variedades mejoradas.
<b><math>A_i</math></b>	=	Superficie sembrada con variedades mejoradas en el año $t$ .
<b><math>A_t</math></b>	=	Superficie total sembrada en el año $t$ .
<b><math>I_t</math></b>	=	Peso atribuible a la investigación.

El desplazamiento de la curva de la oferta por incremento en el área sembrada, atribuible al cambio tecnológico, se calculó de la siguiente manera (Bojanic y Echeverría, 1990):



$$J_a = [(A_t / A_{t-1}) - A_{t-1}] I_t$$

onde:

- $J_a$  = Desplazamiento de la curva de oferta por incremento en la superficie sembrada en el año  $t$ .
- $A_t$  = Superficie total sembrada en el año  $t$ .
- $A_{t-1}$  = Superficie total sembrada en el año anterior al año  $t$ .
- $I_t$  = Peso atribuible a la investigación.

El Desplazamiento Total de la curva de oferta, se calculó sumando el efecto atribuido al incremento en rendimiento al causado por el aumento en el área cultivada, (Bojanic y Echeverría, 1990):

$$J_t = J_r + J_a$$

onde:

- $J_t$  = Desplazamiento Total de la curva de oferta
- $J_r$  = Desplazamiento de la curva de oferta por incremento en los rendimientos..
- $J_a$  = Desplazamiento de la curva de oferta por incremento en la superficie sembrada.

Se consideró con fines de cálculo un desfase que se establece entre la inversión y la obtención de los primeros resultados en estas inversiones. Esto significó que los beneficios Netos fueran negativos en los primeros años, ya que los resultados de la investigación no son apreciables inmediatamente, sino que precisan de un período de difusión/adopción de las tecnologías generadas.

## Estimación de la rentabilidad

Para el cálculo del retorno de las inversiones realizadas se utilizó los siguientes indicadores: Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

### Valor Actual Neto (VAN)

El VAN se determinó a partir del flujo de beneficios separados menos los costos, durante el período que dura el proyecto, descontados al presente mediante una tasa de descuento. La fórmula de cálculo fue la siguiente (Molina, 1991):

$$VAN = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

donde:

<b>B<sub>t</sub></b>	=	Beneficio en el año t, generado por el proyecto;
<b>C<sub>t</sub></b>	=	Costo en el año t;
<b>r</b>	=	Tasa de descuento (interés);
<b>t</b>	=	0, 1, 2, 3..., T (años de flujo);
<b>T</b>	=	Último año del proyecto.

### Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es la tasa de descuento que hace que los beneficios y los costos sean iguales, es decir, es aquella que hace el VAN igual a cero. La fórmula de cálculo es la siguiente (Medina, 1991):

$$0 = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

donde:

- B<sub>t</sub>** = Beneficio en el año t, generado por el proyecto;
- C<sub>t</sub>** = Costo en el año t;
- r** = Tasa de descuento (interés);
- t** = 0, 1, 2, 3..., T (años del flujo);
- T** = Último año del proyecto.



## Resultados

### **Estimación de los costos de investigación y transferencia de tecnologías**

Los costos estimados en investigación y transferencia de tecnología en el presente trabajo corresponden a los gastos de los Programas de Investigación y de los Departamentos de Apoyo de las Estaciones Experimentales Tropical Pichilingue y Portoviejo. Se consideraron para el cálculo los gastos en remuneraciones del personal técnico, administrativo y de campo de los Programas y Departamentos que ejecutaron actividades relacionadas con el maíz duro, así como también los costos de investigación, en los que se incluye insumos, mano de obra, viáticos y subsistencias, infraestructura, mantenimiento de vehículos, maquinaria, equipos de campo e informáticos, entre otros; además fueron considerados los gastos administrativos que se determinaron en base a la proporción de los gastos anuales de las Estaciones Experimentales que se pueden atribuir a las actividades en maíz.

En el Cuadro 7 se observa el detalle de los costos de investigación y transferencia en el cultivo de maíz duro durante el período 1994-2008. Durante el período 1994-2000 los costos de investigación y transferencia disminuyeron



de USD 14.037,94 a USD 219.909,07, con una tasa promedio de decremento del 11%. En tanto que en el período 2000-2008, por el contrario han tenido una tendencia creciente, presentándose una tasa promedio anual de crecimiento del 24,06%.

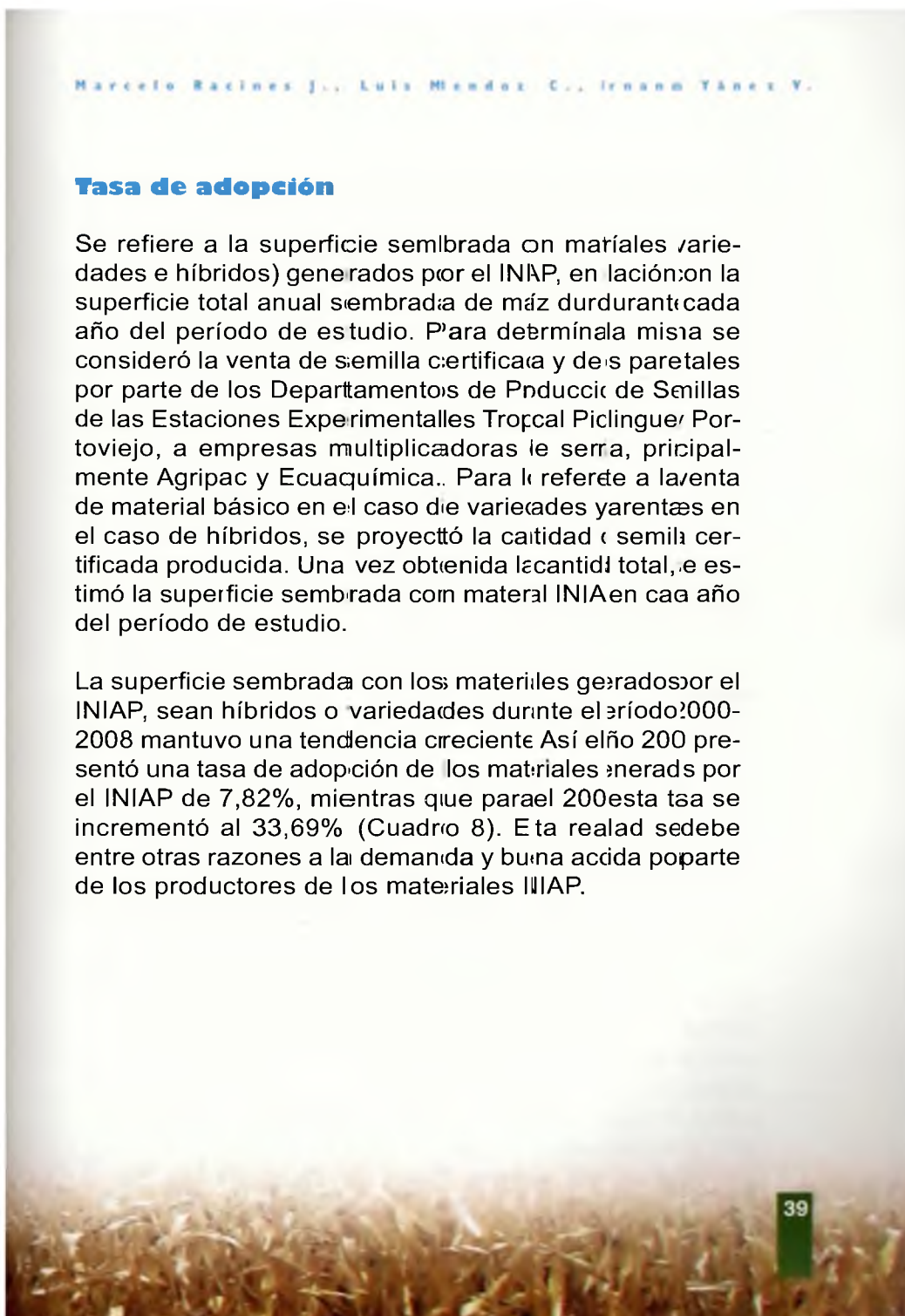
**Cadro 7. Costos totales de investigación y transferencia de tecnología del INIAP en maíz duro. 2000-2008**

Año	Costos Corrientes (USD)	Factor de Actualización (12%)	Costos Actualizados (USD)
1994	142.013,91	4,89	694.037,92
1995	126.392,338	4,36	551.512,28
1996	112.489,222	3,90	438.255,30
1997	100.115,41	3,48	348.256,46
1998	89.102,71	3,11	276.739,49
1999	79.301,41	2,77	219.909,06
2000	58.838,228	2,48	145.681,41
2001	107.818,331	2,21	238.351,93
2002	156.832,889	1,97	309.560,32
2003	178.687,774	1,76	314.908,85
2004	198.883,774	1,57	312.947,42
2005	198.824,778	1,40	279.334,50
2006	236.720,005	1,25	296.941,63
2007	268.735,336	1,12	300.983,60
2008	284.778,220	1,00	284.778,20

### Tasa de adopción

Se refiere a la superficie sembrada con materiales (variedades e híbridos) generados por el INIAP, en relación con la superficie total anual sembrada de maíz durante cada año del período de estudio. Para determinarla se consideró la venta de semilla certificada y de semilla por parte de los Departamentos de Producción de Semillas de las Estaciones Experimentales Tropical Pilingue y Portoviejo, a empresas multiplicadoras locales, principalmente Agripac y Ecuacuímica. Para lo referente a la venta de material básico en el caso de variedades y en el caso de híbridos, se proyectó la cantidad de semilla certificada producida. Una vez obtenida la cantidad total, se estimó la superficie sembrada con material INIAP en cada año del período de estudio.

La superficie sembrada con los materiales generados por el INIAP, sean híbridos o variedades durante el período 2000-2008 mantuvo una tendencia creciente. Así el año 2000 presentó una tasa de adopción de los materiales generados por el INIAP de 7,82%, mientras que para el 2008 esta tasa se incrementó al 33,69% (Cuadro 8). Esta realidad se debe entre otras razones a la demanda y buena aceptación por parte de los productores de los materiales INIAP.



**Cudro 8. porcentæ de la superficie sembrada con materiales generados por el INIAP. 2000-2008.**

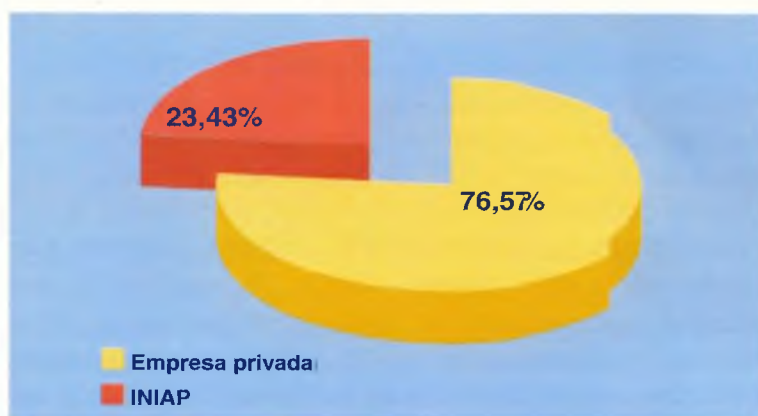
Año	Superficie (ha)		Tasa de Adopción (%)
	Total sembrada	Siembrada materiales INIAP	
2000	240.201	18.793,50	7,82
2001	251.127	30.160,20	12,01
2002	268.493	67.948,43	25,31
2003	241.417	67.726,33	28,05
2004	271.338	59.263,50	21,84
2005	247.411	79.712,53	32,22
2006	290.493	68.123,23	23,45
2007	328.277	86.941,97	26,48
2008	237.066	79.872,27	33,69

Fuere: INEDepartamentos de Producción de las Estaciones Experimentales Pingue y Prtoviejo del INIAP

Sirembao, es importante señalar que el paquete tecnológico que acompaña a estos materiales no es adoptado por completo por los productores, siendo muy pocos aquellos que manejan todas las recomendaciones técnicas que desarrolla el INIAP para cada uno de sus materiales mejorados, no permitiendo la obtención de los rendimientos potenciales de estos materiales.

En el sector maicero ecuatoriano actualmente se ofertan alrededor de 25 materiales, entre variedades e híbridos que ofrecen las empresas a los productores, dentro de éstos, los materiales del INIAP se comercializan como semilla certificada, los cuales son vendidos directamente a los productores y los prentales únicamente a empresas privadas, para su multiplicación y posterior distribución a nivel nacional.

Durante el período 2000-2008 los materiales del INAP tuvieron una participación de mercado promedio del 2,43%. De éste, el 3,05% es comercializado directamente por el INIAP, a través de los Departamentos de Proyección Semillas de las Estaciones Experimentales Píclingue y Portoviejo, en tanto que, el restante 21,38%, es distribuido como semilla certificada con marca INAP por empresas privadas, principalmente por Agrípac y Euaquíca (Figura 9).



**Figura 9. Participación de mercado de semilla INAP, Ecuador 2000 -2008.**

Esto demuestra la interacción del Instituto con los actores de desarrollo del sector mazorco nacional, y por otro lado la aceptación de sus materiales por las bondades agronómicas, de calidad proporcionadas y por su mejor precio claramente diferenciado; cumpliendo de esta manera la misión del INIAP que es "Generar y proporcionar innovaciones tecnológicas apropiadas, productos, servicios capacitación especializados para contribuir al desarrollo sostenible de los sectores agropecuario, agroforestal y agroindustrial, contribuyendo de esta forma al posicionamiento de la marca INIAP en el mercado.



### **Peso atribuible a la investigación**

El peso atribuible a la investigación se determinó en base a una encuesta de opinión calificada con productores, multiplicadores de semilla, directivos y técnicos del INIAP, MAGAP, grupos de productores maiceros, todos ellos involucrados directamente y conocedores de la problemática del sector maicero ecuatoriano.

De los líderes de opinión entrevistados, se pudieron establecer tres grupos de respuestas. El primero de ellos, en el que se encuentran quienes consideran que el aporte de la investigación y transferencia de tecnología en maíz duro por parte del INIAP es el incremento en rendimiento y superficie cultivada es menor al 60%, en este grupo se encuentran el 10% de los entrevistados. El segundo grupo está conformado por aquellos que consideran que el peso atribuible se encuentra entre el 60% al 80%, y corresponde al 35% de los entrevistados y el tercer grupo lo integran quienes consideran que la investigación desarrollada por parte del INIAP tiene un peso superior al 80%, y representa el 35% de los entrevistados. El peso atribuible a la investigación considerado para este estudio fue el promedio general equivalente a 74%.

### **Desplazamiento de la curva de la oferta**

El desplazamiento total de la curva de la oferta, es resultado de la sumatoria del desplazamiento de la curva por incremento de rendimientos y en el área cosechada.

**Cuadro 9. Desplazamiento total de la curva de la oferta en el cultivo de maíz duro. Ecuador, 2001-2008**

Año	Desplazamiento curva de la oferta por:		Desplazamiento total ( $J_t$ )
	Incremento en el rendimiento ( $J_r$ )	Incremento en el área cosechada ( $J_a$ )	
2001	0,047	0,059	0,106
2002	0,110	0,055	0,164
2003	0,091	-0,086	0,005
2004	0,073	0,085	0,158
2005	0,064	-0,091	-0,027
2006	0,086	0,133	0,218
2007	0,090	0,100	0,190
2008	0,067	-0,210	-0,143

En el Cuadro 9 se detallan los resultados calculados del desplazamiento de la curva de la oferta durante cada año del período de estudio. La columna  $J_r$  muestra el desplazamiento de la curva de la oferta producto del incremento en el rendimiento. La columna  $J_a$  muestra como se ha desplazado la curva de la oferta debido al incremento del área cosechada. Por último la columna  $J_t$  indica los desplazamientos totales de la curva de la oferta en cada año analizado.

En este estudio, el desplazamiento de la curva de la oferta por incremento en el rendimiento fue positiva a medida que los resultados de la investigación, es decir las variedades e híbridos y los paquetes tecnológicos, fueron conociéndose y adoptándose por parte de los productores. Como consecuencia de lo anotado el rendimiento promedio nacional mostró una tendencia creciente.

Por otra parte, el desplazamiento de la curva de la oferta por incremento en el área cosechada, ha sido variable durante el período, se puede apreciar el desplazamiento negativo, de-

bido a la reducción de la superficie cosechada en los años 2007, 2005-2008, siendo causa de este hecho el clima desfavorable, en sequías en épocas de siembra y excesivas lluvias durante el desarrollo de la plantación, lo que causó dificultades en las siembras y en la ejecución de las labores culturales (CE, 2008).

El desplazamiento total de la curva de la oferta, cambia de acuerdo a las variaciones en rendimiento y en la superficie cosechada cada año. Los resultados obtenidos muestran que durante el período de estudio, el mayor desplazamiento total de la curva de oferta se da en el año 2006, con el 0,218 debido a que existió un importante incremento del rendimiento. Así mismo, el área cosechada experimentó un incremento del 1% en relación al año 2005. Según reportes del Banco Central del Ecuador, para el 2006 se obtuvieron buenos rendimientos (4500-5.400 kg/ha) y el compromiso de la Industria avícola de adquirir toda la producción, así como de respetar el precio establecido de 8,50 USD/qq (BCE, 2008). El menor desplazamiento total de la curva de oferta se registra en el año 2008, debido al desplazamiento negativo en el área cosechada, ya que se produjo una reducción considerable con respecto al año 2007, como consecuencia de las inundaciones por el exceso de lluvias al inicio del año.

### **Excedentes económicos generados por el cambio tecnológico**

El maíz duro en Ecuador es usado principalmente por la agroindustria para la elaboración de alimentos balanceados, por esta razón el estudio trabajó con el excedente económico del productor quien se beneficia directamente del resultado de la inversión realizada por el INIAP, pero igualmente esta mayor oferta de producto benefició a los consumidores.

El excedente económico generado por el cambio tecnológico (Cuadro 10), durante el período de estudio mantuvo un

comportamiento irregular, ya que existieron años en que el excedente económico fue negativo, como consecuencia del desplazamiento de la curva de la oferta.

Se pueden observar fluctuaciones con máximos incrementos y decrementos, así por ejemplo en el 2006 el excedente supera los 5 millones de dólares (cuadro 10), mientras que en el año 2008 éste es de USD -228.44 respecto al 2007, ya que en el 2008 la superficie cosechada se redujo de 306.719 ha a 219.494 ha.

**Cuadro 10. Excedentes Económicos en el cultivo de maíz duro, Ecuador. 2001-2008**

Año	Excedente Económico Total (EET) (USD Actuaizados)
2001	11'433.983,2
2002	2'296.715,4
2003	84.011,4
2004	2'499.851,2
2005	-604.052,9
2006	5'213.347,0
2007	4'331.857,1
2008	-5'228.443,0

A pesar de existir un crecimiento en la oferta del producto durante el período, la demanda del mismo no fue cubierta totalmente, por lo que se mantuvieron las importaciones, cubriendo con ello la demanda insatisfecha generando de esta manera una balanza comercial negativa durante todo el período de estudio.

### **Beneficios atribuibles a la investigación y transferencia de tecnología**

Los beneficios atribuibles al efecto de la investigación y transferencia de tecnología se aprecian en el Cuadro 1, en donde entre el año 1994 al 2000 se reflejan los costos reales que



tridos en la investigación y transferencia de tecnología, ya que se debe recordar que los resultados en investigación no se obtienen en el corto plazo sino a mediano y a largo plazo. Por otro lado toda tecnología generada debe pasar por un proceso de validación y transferencia, previo a la adopción del productor.

**Cuadro 1. Beneficios en el cultivo de maíz duro, Ecuador. 1994-2008**

Año	Expendiente Económico (USD)	Costos Totales (USD)	Beneficio Neto (USD)
1994	-	694.037,94	-694.037,94
1995	-	551.512,29	-551.512,29
1996	-	438.255,31	-438.255,31
1997	-	348.256,45	-348.256,45
1998	-	276.739,50	-276.739,50
1999	-	219.909,07	-219.909,07
2000	-	145.681,42	-145.681,42
2001	3'170.00,26	238.351,92	2'931.728,33
2002	4'533.38,84	309.560,31	4'223.748,53
2003	148.07,03	314.908,84	-166.851,81
2004	3'933.54,93	312.947,42	3'620.617,51
2005	-848.60,39	279.334,50	-1'127.984,89
2006	6'539.63,36	296.941,63	6'242.681,73
2007	4'851.60,41	300.983,60	4'550.696,82
2008	-5'228.43,00	284.778,20	-5'513.221,20
		<b>VAIN</b>	<b>12'087.023,03</b>
		<b>TIR</b>	<b>42,15%</b>

## Indicadores de Rentabilidad

El resultado del VAN es igual a USD 12087.0203, var positivo que indica la existencia de beneficios para el país durante el período analizado. La TIR es de 42,1%, mayor a la tasa de descuento que fue del 12%.

Estos indicadores de rentabilidad, muestran que la inversión en investigación y transferencia de tecnología realizada por INIAP durante el período 2000-2008 es rentable, lo que permite corroborar que la inversión en investigación continúa siendo una buena alternativa, que genera beneficios para el país.







## Conclusiones

El sector productor de maíz duro, mantuvo una tendencia creciente en cuanto a superficie cultivada, producción y rendimientos durante el período de estudio 2006-2008, presentando crecimientos del 7,59%, 36,9% y 3,75%, respectivamente. De igual manera, la demanda de maíz duro a lo largo del período se incrementó, a que existió una demanda de 1'192.510 toneladas anuales en promedio, cubriéndose la misma con la producción nacional en aproximadamente el 70%.

A la fecha, la investigación realizada por parte de INIAP en el cultivo de maíz duro, ha generado 7 variedades y 6 híbridos en los últimos 50 años, además de un paquete de recomendaciones técnicas para el manejo de cada uno de estos materiales, con la finalidad de proporcionar la mayor rentabilidad posible. Sin embargo, a lo referente a transferencia de tecnología, precisa una mayor atención, lo que representa invertir más en personal para poder difundir con mayor amplitud la tecnología generada. Se debe reconocer que el INIAP en los últimos años ha realizado grandes esfuerzos en esta área.



En la actualidad es vigente una variedad, la INIAP-542 y los híbridos INIAP H-601, INIAP H-602 recomendados para la zona de las provincias de Manabí y Loja, mientras que para la zona de las provincias de Los Ríos y Guayas está disponibles los híbridos INIAP H-551 e INIAP H-553.

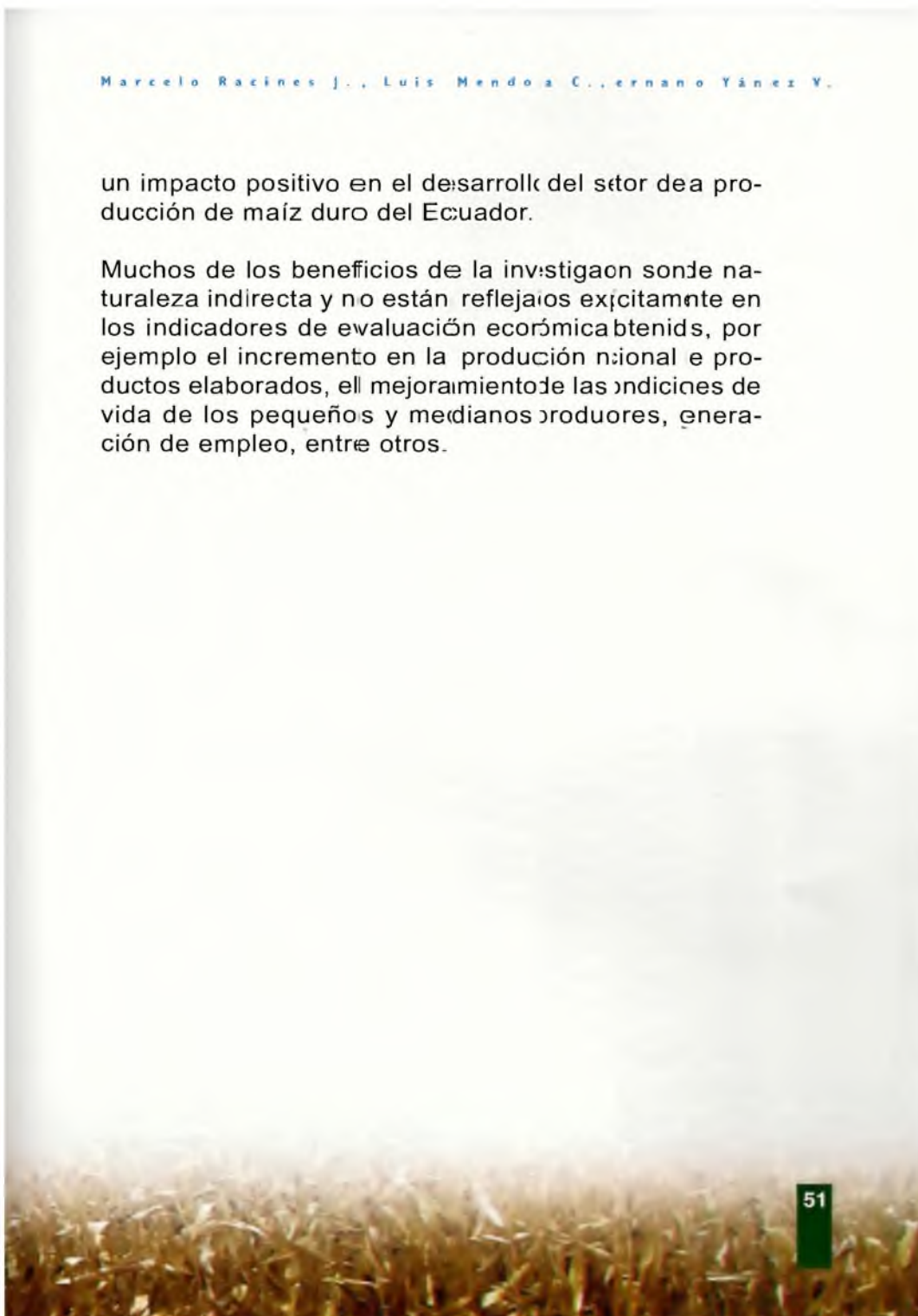
Los híbridos y variedades de maíz duro generados y puestos a disposición de los productores por parte del INIAP, cubren en promedio el 23,43% de la superficie cultivada durante el período de estudio comprendido entre el 2001 al 2008, observándose una tendencia creciente. Así en el 2008 esta cobertura representó el 33,6% de superficie cultivada, lo cual demuestra una muy buena participación de mercado por la aceptación de los híbridos generados por el INIAP, misma que es notoria principalmente en pequeños y medianos productores, esto ocasionó el desplazamiento de la curva de oferta por crecimientos en rendimiento, debido principalmente a la adopción por parte de los productores de las tecnologías generadas a través de la investigación realizada por el INIAP.

Los costos actualizados incurridos en Investigación y Transferencia de Tecnología en el cultivo de maíz duro, durante el período 1994-2008 fueron de USD 5'012.198,40, en tanto que los excedentes fueron de USD 17'099.221.43, valor significativo comparado con lo invertido en investigación y transferencia.

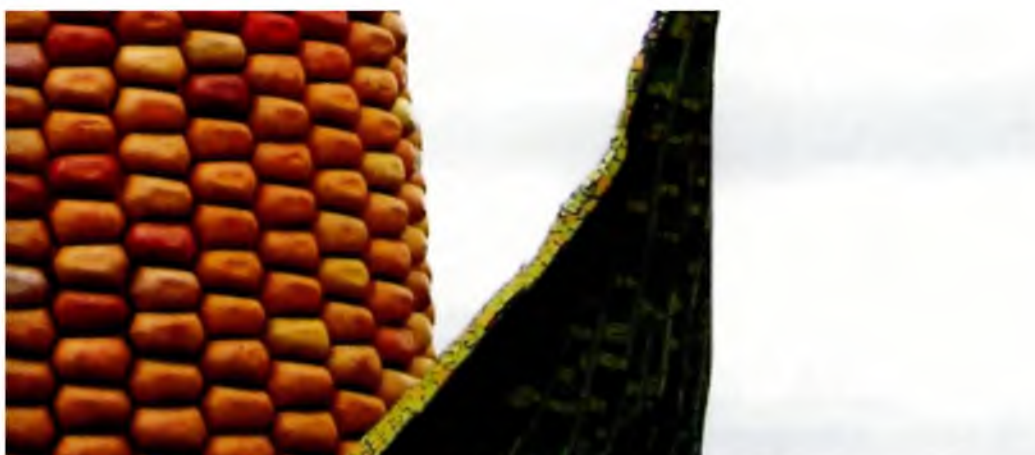
Los indicadores de rentabilidad, Valor Actual Neto (VAN) de USD 1287.023,03 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) igual a 42,1%, demuestran que la inversión realizada en investigación y transferencia de tecnología por el Estado a través del INIAP en el cultivo de maíz duro en el período 2001-2008 es una actividad rentable, que genera

un impacto positivo en el desarrollo del sector de producción de maíz duro del Ecuador.

Muchos de los beneficios de la investigación son de naturaleza indirecta y no están reflejados explícitamente en los indicadores de evaluación económica obtenidos, por ejemplo el incremento en la producción nacional de productos elaborados, el mejoramiento de las condiciones de vida de los pequeños y medianos productores, generación de empleo, entre otros.







## Bibliografía

AFABA (Asociación Ecuatoriana de Fabricante de Alimentos Balanceados para Animales, EC.) 2007. Demanda de Materias Primas y su proyección para el año 2008. Quito, EC. 8p.

\_\_\_\_\_. 2008a. Alimentos Balanceados, Producción en el Ecuador. Quito, EC. 26 p.

\_\_\_\_\_. 2008b. Alimentos Balanceados, Producción Mundial. Quito, EC. 19 p.

BCE (Banco Central del Ecuador). 2001. Programa de Encuestas de Coyuntura. Sector Agropecuario (Programa de encuestas de Coyuntura) (en línea). Quito, EC Consultado 10 jun 2010. Disponible en: [www.lbce.fin.ec/dcs.php?path=/documentos/PublicacionesNotas/Catalog/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc200803.p](http://www.lbce.fin.ec/dcs.php?path=/documentos/PublicacionesNotas/Catalog/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc200803.p)

\_\_\_\_\_. 2006. Programa de Encuestas de Coyuntura. Sector Agropecuario (Programa de encuestas de coyuntura) (en línea). Quito, EC Consultado 10 jun.2010. Disponible en: [/Catalog/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc00803.pdf](#)





- \_\_\_\_\_. 2008. Programa de Encuestas de Coyuntura. Sector Agropecuario (Programa de encuestas de Coyuntura) (en línea). Quito, EC. Consultado 10 jun. 2010. Disponible en: [www.ce.fin./docs.php?path=/documentos/Publicaciones/Nota/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc200803.pdf](http://www.ce.fin./docs.php?path=/documentos/Publicaciones/Nota/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc200803.pdf)
- IBNF (Banco Nacional de Fomento, EC) 2008. Informe Gerencial. Departamento de estudios e Investigaciones. Quito, EC. 27 p.
- \_\_\_\_\_. 2007. Informe Gerencial, Estadísticas 2000-2006. Departamento de estudios e Investigaciones. Quito, EC. 27 p.
- BOJANI, A.; E-HEVERRÍA, R. 1990. Retornos en investigación agrícola: el caso de la soya. La Haya (NL.), ISNAR. 39 p.
- CRESPÍ, S. 2005. Inventario Tecnológico del Programa de Maíz EET. Quito, EC, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 13 p.
- DELGADO J.C JÁTIVA, P. 2010. Políticas Institucionales de Investigación, Transferencia de Innovaciones y Presentación de Servicios Tecnológicos, Quito, EC. INIAP. 52 p.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, EC.) 2009. Estadísticas agropecuarias. Visualizador de estadísticas agropecuarias del Ecuador ESIPAC. (en línea) EC. Consultado 10 ju. 2010) disponible en <http://www.ecuadorencifras.com>
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, EC.) 1994. INIAP-542, Variedad de maíz tolerante a la sequía para el Litoral ecuatoriano. Híbrido de maíz para la zona central del litoral. Quito, EC. Plegable Divulgativo n.º 112. 2 p.
- \_\_\_\_\_. 1990. INIAP H-51, Híbrido de maíz para la zona central del litoral. Quito, EC. Plegable Divulgativo n.º 113. 2 p.



\_\_\_\_\_. 2003a. INIAP H-601, Híbrido de maíz para condiciones de ladera del trópico seco ecuatoriano. Portoviejo, EC. Plegable Divulgativo n°. 201. 2 p.

\_\_\_\_\_. 2003b. INIAP H-552,, Nuevo Híbrido de maíz amarillo cristalino para la zona central del Litoral. Quevedo, EC. Boletín Divulgativo n°. 294. 2 p.

\_\_\_\_\_. 2007. Informe Anual 2006 del Departamento de Producción de Semillas de la Estación Experimental Tropical Pichilingue, Quevedo, EC. 12 p.

\_\_\_\_\_. 2009a. INIAP H-553, Híbrido de maíz para la zona central del Litoral. Quevedo, EC. Plegable Divulgativo n°. 304. 2 p.

\_\_\_\_\_. 2009b. INIAP H-602, Nuevo híbrido de maíz duro para el Litoral. Portoviejo, EC. Plegable Divulgativo n°. 31. 2 p.

\_\_\_\_\_. 2009. INIAP: 50 años aportando al país. Quito EC. 116 p.

MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuicultura y Pesca del Ecuador), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2009. Maíz Duo. (en línea). Quito, EC. Consultado 10 jun. 2010. Disponible en:

MEDINA, H. 1991. Métodos y modelos para priorizar la investigación agropecuaria. San José, CR, IICA. p. 3-34

RACINES, M. 1992. Impacto de las investigaciones realizadas en investigación y transferencia de tecnología, maíz africano y soya, en Ecuador. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 45 p.

REYES, S. 2005. Inventario Tecnológico del Programa de Maíz EEP. Portoviejo, EC. INIAP. 22 p.

VLLAVICENCIO P.; ZAMBANO J. 2009. Guía para la producción de maíz amarillo duro, en la zona central del Litoral Ecuatoriano. Quevedo EC. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Betún Divulgativo<sup>o</sup> 353. 24 p.

ZAMBRAO, C. 1998. A pesar de que la producción de maíz duro depende principalmente del uso de semilla híbrida; ésta, no alcanza el rendimiento potencial por falta de eficiencia y coordinación de los involucrados en la cadena productiva. Tesis M. Sc. Quito, C, Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Económicas. 114 p.

ZAMBRAO, J.L. 2008. Maíz Duro: Desafío alimentario para los ecuatorianos. Quevedo EC. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. 1<sup>a</sup> ed.





Datos base para el estudio.

Datos Base	2000	2001	2002
Producción (t)	487.825,00	514.264,00	508.73,00
Superficie sembrada (ha)	240.201,00	311.127,00	268.49,00
Superficie cosechada (ha)	228.868,00	17.188,00	265.35,00
Redimiento promedio nacional (t/ha)	2,13	2,04	1,92
Precio al productor (USD/t)	144,63	143,90	10,17
Exportaciones (t)	81.680,48	5.111,86	73.000,60
Importaciones (t)	150.487,07	16.584,79	381.17,44
Balanza comercial	-68.806,59	1.472,93	-308.17,83
Rendimiento variedades mejoradas INIAP (t/ha)	4	4,32	4,64
Rendimiento diferencial (%)	46,71	52,78	5,67
Adopción variedades mejoradas (%)	7,82	12,01	2,31
Cambio en rendimiento (%)	3,65	6,34	1,85
Peso atribuible a INIAP (%)	74,00	74,00	7,00
Elasticidad de la oferta	5,27	5,27	5,27
Desplazamiento de la oferta (%)		0,106	0,64
Por incremento en el rendimiento (%)		0,047	0,10
Por incremento en área cosechada (%)		0,059	0,55

Fuente: MAGAP, IIC, INIAP, Banco Cereal del Ecuador.



Años					
2003	2004	2005	2006	2007	2008
37.821,00	652.02,00	669.317,0	647.1185,00	887.660,00	614.494,00
41.417,00	271.38,00	290.423,0	290.4493,00	328.277,00	237.066,00
34.468,00	261.20,00	270.189,0	270.1189,00	306.719,00	219.494,00
2,29	2,50	2,9	2,40	2,89	2,80
152,93	12,23	184,3	1182,33	220,14	270,00
34.914,70	38.21,46	32.845,7	532,22	16.714,58	18.382,06
36.281,43	457.70,67	417.866,5	483.3120,78	553.160,41	327.952,78
-31.366,73	-419.49,20	-385.020,8	-482.7788,56	336.445,83	-309.570,72
4,10	4,57	4,00	4,72	5,36	3,84
44,02	5,36	27,0	49,28	46,01	27,02
28,05	1,84	32,2	23,45	26,48	33,69
12,35	3,91	8,70	11,56	12,18	9,10
74,00	1,00	74,00	74,00	74,00	74,00
5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27
0,005	158	-0,027	10,218	0,190	-0,143
0,091	073	0,064	10,086	0,090	0,067
-0,086	085	-0,091	10,133	0,100	-0,210



REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Econ. Rafael Vicente Correa Delgado**  
PRESIDENTE INSTITUCIONAL DEL  
REPÚBLICA DEL ECUADOR

---

**Dr. Fermín Espinel**  
MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERÍA  
ACUICULTURA Y PESCA

---

**Dr. Julio César Delgado Aze**  
DIRECTOR GENERAL DEL INIAP

