

EL CAMBIO VARIETAL EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) COMO PRODUCTO DE LA SISTEMATIZACIÓN EN LA SELECCIÓN GENÉTICA EN LA REGIÓN SUR DE COSTA RICA.

Julio Cesar Barrantes Mora
Funcionario de la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar.
Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar.
Teléfono (506) 2771-37-39, fax (506) 223-0839, E-mail:
jbarrantes@laica.co.cr; Ingeniero Agrónomo, Costa Rica.

Palabra clave: mejoramiento genético, variedades, Caña de Azúcar, Pérez Zeledón.

1. RESUMEN

El cambio varietal en el cultivo de la caña de azúcar a través de la historia de la Región Sur (Pérez Zeledón y Buenos Aires) ha sido trascendental; ya que ha incidido de manera positiva provocando cambios socioeconómicos importantes en la población de productores cañeros de la región. Desde sus inicios se da un creciente desarrollo socio-productivo de la actividad; provocado en gran parte por el potencial genético de los materiales recomendados para la siembra y que han sido el soporte productivo a lo largo de evolución de esta actividad en Pérez Zeledón y Buenos Aires. Por ello se vuelve trascendental el estudio de comportamiento de los materiales de manera regionalizada; lo cual se viene realizando desde inicios de la década de los 80's con la creación del Programa de Caña del Ministerio de Agricultura y Ganadería y a partir de 1984 del Programa de Mejoramiento Genético de DIECA y con ello se sistematizar todo el proceso de introducción, evaluación y selección de nuevos híbridos, enfocado hacia dos áreas básicas: La primera; a través de la importación de clones procedentes de diversas estaciones experimentales del mundo aprovechando convenios internacionales que LAICA ha contraído con éstas y la segunda a través de cruzamientos dirigidos en nuestro país; realizados en la estación experimental de DIECA en Grecia, Alajuela que originan las variedades denominadas con la sigla LAICA.

Ante la presencia de la enfermedad roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en las plantaciones de caña de la Región Sur en el año 2007 que afectaron drásticamente las áreas sembradas principalmente de la variedad SP 71-5574; fue precisamente esta misma sistematización en los procesos de selección de variedades de alta productividad y resistentes a la enfermedad

Trabajo presentado en el 1er. Congreso Regional Agropecuario y del Ambiente (Conagrof-Brunca), celebrado del 10-11 y 12 de Agosto de 2011 en la Hotelera del Sur. San Isidro de El General, Costa Rica.

mencionada; lo que ha permitido una recuperación acelerada en la región a partir de 2008 con la utilización de materiales genéticos altamente productivos tales como: LAICA 03-805; LAICA 04-825; Q96, CP 87-1248 y más recientemente LAICA 05-802, LAICA 05-805, LAICA 01-604 y LAICA 04-809; que son producto de muchos años de procesos selectivos rigurosos que han permitido el desarrollo de la agroindustria azucarera regional de manera muy positiva y con cuyos esfuerzos permitirán en la próxima zafra (2010-2011) obtener una molienda récord en la historia azucarera de la región.

2. INTRODUCCIÓN

Para conservar y mejorar la productividad del campo, el agricultor constantemente está tomando decisiones respecto a las múltiples limitaciones que la naturaleza impone a la producción y con ello resolver innumerables problemas que a diario son partícipes en la dinámica de un cultivo como la caña de azúcar; ya sean éstos de índole físico, como el suelo y el agua; de carácter biológico, como sucede con la flora microbiana, las plagas y enfermedades; o bien genético como sucede con la valoración propia de cada variedad.

Considerando que las variedades responden en forma diferencial a las condiciones a que se encuentren expuestas, es necesario estudiar y conocer su comportamiento en cada una de las zonas cañeras de Costa Rica. Ante esta necesidad, la Región Sur (Pérez Zeledón y Buenos Aires) ha mantenido durante muchos años un ambicioso programa de introducción, evaluación y selección de nuevos híbridos, a través de dos estrategias; la primera por medio de la importación de clones procedentes de diversas estaciones experimentales del mundo aprovechando convenios conjuntos con LAICA y cuyos materiales introducidos al país se someten a todos los procesos de valoración nacional teniendo de previo los controles fitosanitarios que el país exige y regula; para lo cual se someten a procesos de cuarentena en la estación Experimental Los Diamantes en Guápiles durante un año y luego son evaluadas en cada una de las regiones cañeras del país; incluida la Región Sur. La segunda estrategia es a través de cruzamientos dirigidos en la estación experimental de DIECA en Grecia, Alajuela que dan origen a las variedades con la sigla LAICA.

Actualmente con el advenimiento de la enfermedad roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en el año 2007 en las plantaciones de caña de la Región Sur; se puede afirmar que un pilar fundamental

en la solución de este problema fue la recomendación técnica de híbridos con alta tolerancia a la enfermedad y con excelentes características agroindustriales y que han permitido una recuperación productiva acelerada en la región; hasta el punto que para la próxima zafra (2011-2012) se espera una molienda récord en la historia azucarera regional.

3. OBJETIVO

El objetivo principal que persigue este trabajo es demostrar que históricamente bajo la implementación de un programa sistemático y continuo de evaluación, selección y recomendación de materiales genéticos en caña de azúcar, ha sido básico y fundamental para obtener variedades alternativas y sustitutas que puedan reemplazar aquellas de baja producción o altamente susceptibles a las principales plagas y enfermedades y que permite mantener una sostenibilidad productiva de la actividad a lo largo del tiempo. El Programa de Mejoramiento Genético está formulado para producir híbridos de alta productividad cuyas características de crecimiento, adaptación y riqueza en sus jugos las hagan viables a ser cultivadas comercialmente esto mediante un proceso continuo de observación y análisis.

4. SISTEMA DE SELECCIÓN DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR EN COSTA RICA

4.1 PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE DIECA:

El esquema que se maneja en el Programa de Mejoramiento Genético de DIECA-LAICA a nivel nacional se ilustra en la figura 1; donde se trabaja en tres áreas específicas como lo son:

- **Cultivo de Tejidos:** Con este se refuerza el Programa Nacional de Semilla Mejorada;
- **Evaluación y Selección de Variedades:** Se realiza a través de un sistema de Fases de Selección (8-10 años) a través de la línea sexual a través de cruzamientos dirigidos y que generan las variedades LAICA y a través de la línea asexual con materiales genéticos introducidos de otros países. (Figura 2).
- **Fitopatología:** se lleva un estricto control de la parte fitosanitaria de cada material.

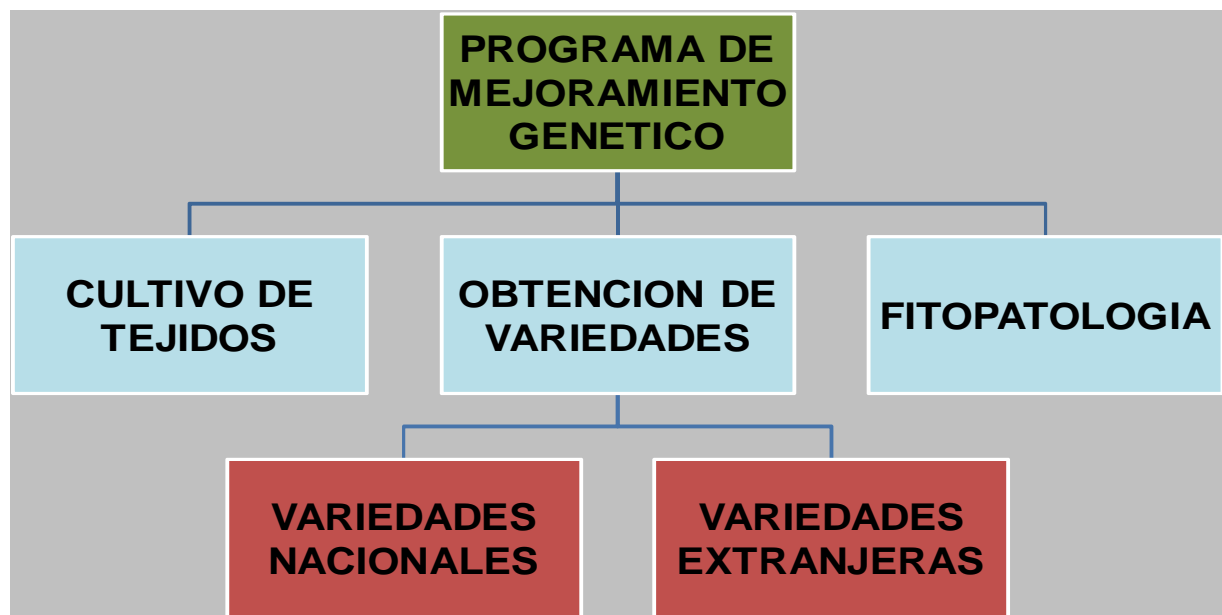


Figura 1. Esquema de áreas de acción del Programa de Mejoramiento Genético de DIECA-LAICA

4.2 OBTENCIÓN DE VARIEDADES:

La sistematización, asociado a la rigurosidad de los procesos de selección (figura 2); es lo que nos ha permitido ir obteniendo materiales genéticos de alta productividad para ser recomendados a los productores de la región y los cuales han sido el soporte para desarrollar todo su potencial; apoyado en un adecuado manejo agronómico así como de lograr la mayor extracción posible de sacarosa a través de una industria altamente eficiente, como lo es el Ingenio El General; que procesa toda la materia prima de la Región.

En la siguiente figura se ilustra el proceso de selección de variedades que se usa en Costa Rica y que se ha implementado por muchos años en la Región Sur. El mismo consta de un sistema de Fases de selección en el cual se llevan de manera paralela; todos los materiales de origen asexual (introducciones de variedades de estaciones experimentales de diversas partes del mundo) y los materiales de origen sexual (cruzamientos realizados en el país principalmente) y que dan origen a las variedades LAICA. En total este proceso durante 10-11 años.

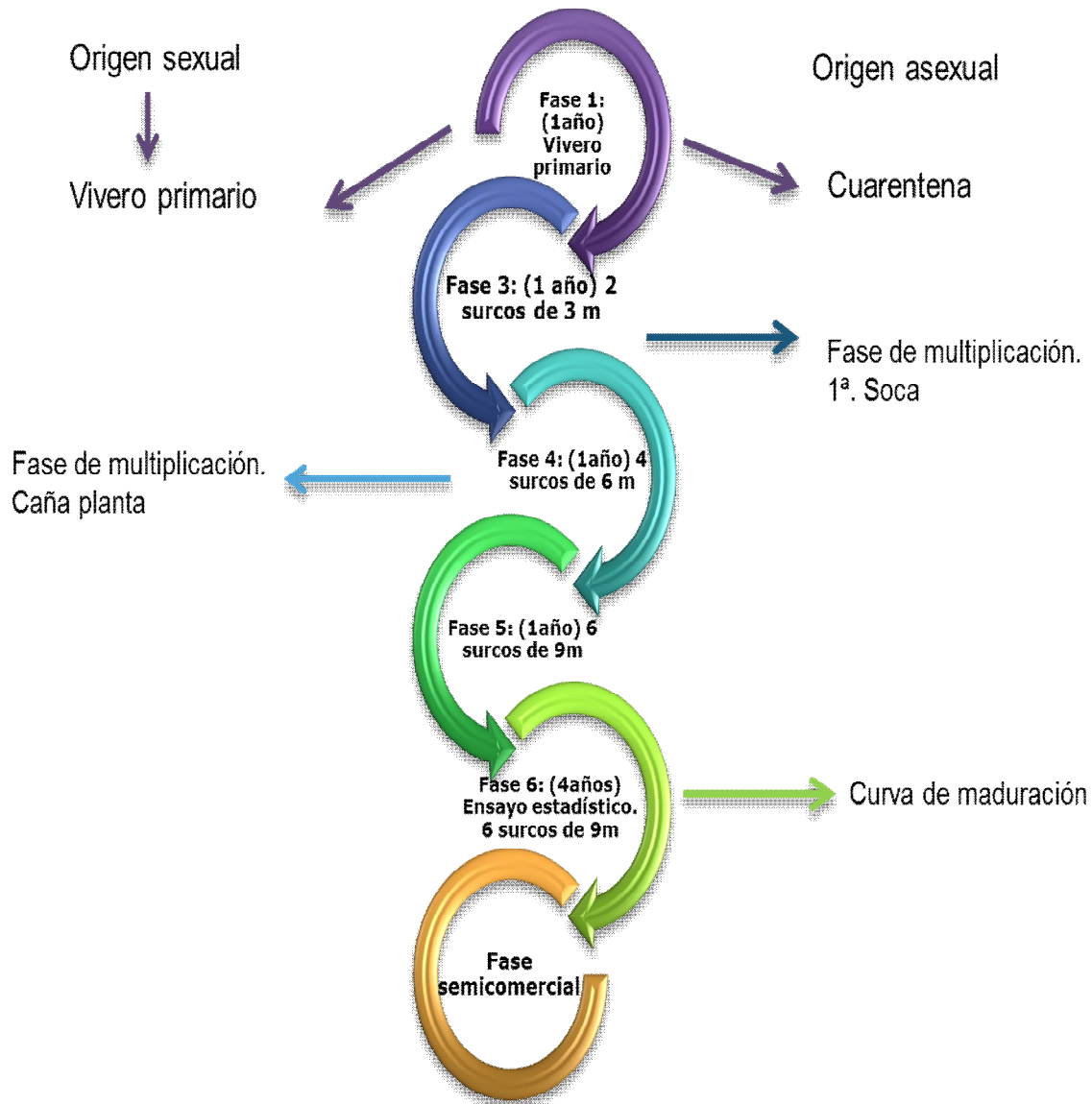


Figura 2. Esquema de Evaluación y selección de Variedades (Sistema de Fases) DIECA-LAICA.

4.3 EJEMPLO PROCESO SELECCIÓN DE LA VARIEDAD LAICA 03-805

A continuación se presenta esta figura que ilustra el esquema de selección que conllevó a la obtención de la variedad LAICA 03-805 y que es el mismo procedimiento que conlleva a cualquier otra de las variedades recomendadas comercialmente para ser sembradas en la región Sur; como lo son: LAICA 04-825, LAICA 05-802, LAICA 05-805, LAICA 01-604, Q 96, CP 87-1248 y LAICA 04-809. Es importante resaltar el hecho de que en el caso de este cruce efectuado en el año 2000 (Q 96 X SP 70-1143); se establecieron 2328 plántulas de las cuales solo una logró pasar todos los procesos de fases especificados en la figura 2 para un porcentaje

de selección de 0,0004%; originando la variedad LAICA 03-805; en un proceso de selección que conllevó 11 años de análisis y evaluación; constituyéndose en una opción varietal de alta productividad para el productor cañero de esta región.



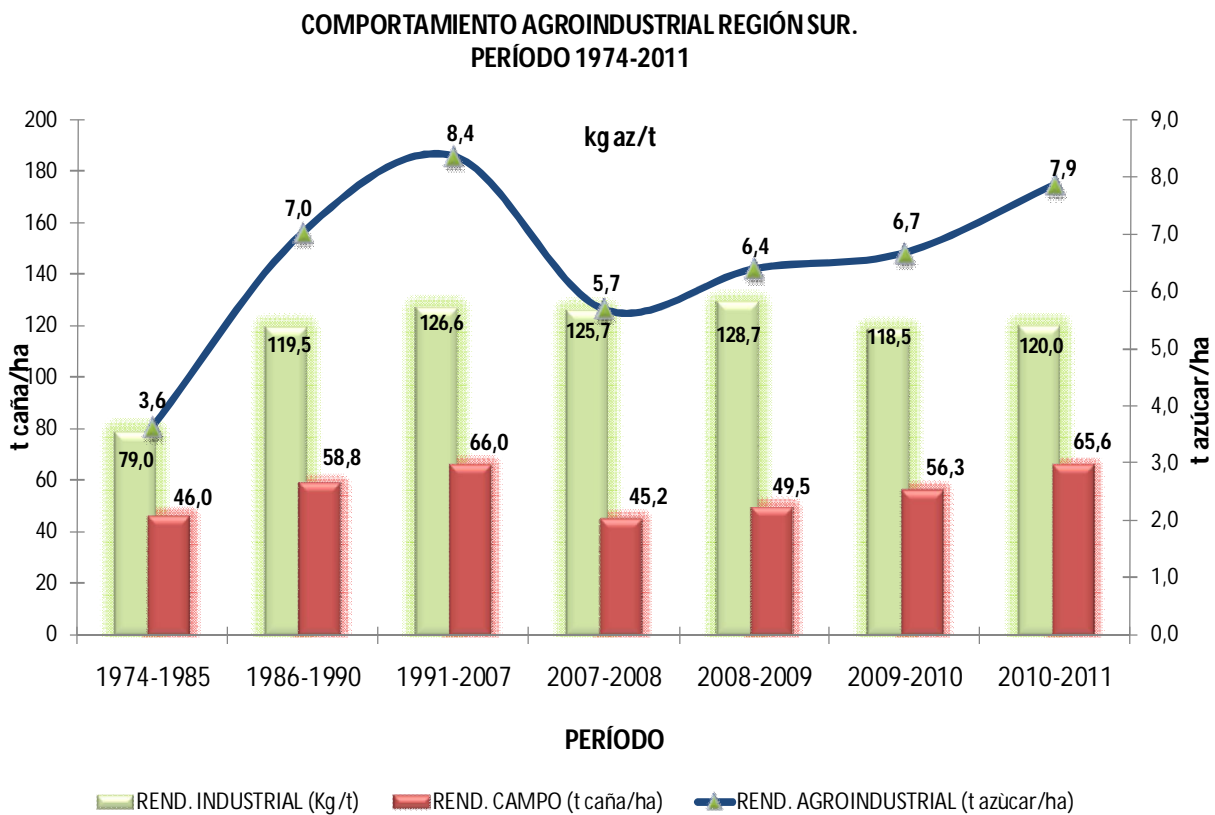
LAICA 03-805: 400 Has 2010.

Figura 3. Esquema de la Selección por Fases de la Variedad LAICA 03-805.

5. EVOLUCIÓN AGROINDUSTRIAL DE LA REGIÓN SUR ASOCIADO AL MATERIAL GENÉTICO SEMBRADO. PERÍODO 1974-2011

El comportamiento varietal en las plantaciones de caña de azúcar de la Región Sur a través de la historia ha sido trascendental; ya que ha inducido una mejora en los índices productivos de la actividad. En sus inicios; no se tenían variedades adaptadas a la región; pues no existía una logística organizacional y metodológica que estructurara la selección genética y se procedía bajo procedimientos de “prueba y error” con la importación de clones principalmente de la región de Grecia y Turrialba que normalmente tenían poca adaptación a la región y por ende la productividad agroindustrial era muy reducida; como se observa en la figura 4, donde en el período 1974-1985 se obtuvo una productividad agroindustrial de 3,6 toneladas de azúcar/ha; no obstante con la introducción a inicios de la década de los 80’s del Programa de Caña del Ministerio de Agricultura y Ganadería y del Programa de Mejoramiento Genético de DIECA a

partir de 1984; rápidamente se empiezan a dar frutos con la recomendación de variedades mejor adaptadas tales como la Q68, B47-44 y PINDAR; que mejoraron sustancialmente los índices productivos en los períodos sembrados; elevando la productividad a 7,0 toneladas de azúcar/ha en el período 1986-1990 y a partir de 1991 la productividad se ve acelerada con altos índices productivos; inducidos en gran parte por la selección de la variedad SP 71-5574 ; llegando a tener un promedio de 8,4 toneladas azúcar/ha para el período 1991-2007. A partir del año 2007 ante la presencia de la enfermedad roya naranja; la productividad agroindustrial cae drásticamente; pero apoyados en los nuevos materiales recomendados; se inicia un proceso de reactivación cañera regional mostrando una tendencia creciente en los parámetros productivos regionales; lo cual se ve muy bien ilustrado en la figura 4.



**Figura 4. Comportamiento agroindustrial de la actividad azucarera de la Región Sur.
Período 1974-2011.**

5.1. RENDIMIENTO DE CAMPO (t caña/ha):

En lo referente a rendimientos por área, como se observa en la figura 5, ha venido aumentando significativamente, ya que se pasó de un promedio de 46 t/ha en el período 1974-1985, a 58,8 t/ha en el período 1986-1990 y a 66 t/ha en el período 1991-2007 lo que representa un incremento del 30,3% al comparar el primero y el último período mencionado. En la zafra 2007-2008 con la presencia de la enfermedad roya naranja en las plantaciones de caña; incidió como principal causa que la producción de campo disminuyera a 45,2 t/ha siendo aún más bajo que los inicios de la actividad y a partir de ahí ha venido recuperando productividad hasta tener en la última zafra (2010-2011) un rendimiento de 65,6 t/ha lo que representa un incremento alrededor del 31% respecto a la zafra 2007-2007 (ataque de la roya naranja) y cuyo mejora en mucho es inducido a la implementación de nuevas siembras con materiales resistentes y/o tolerantes a la enfermedad pero con altos índices productivos como la Q96, CP 87-1248, LAICA 03-805, LAICA 04-825 , LAICA 05-802, LAICA 05-805, LAICA 01-604 y LAICA 04-809.

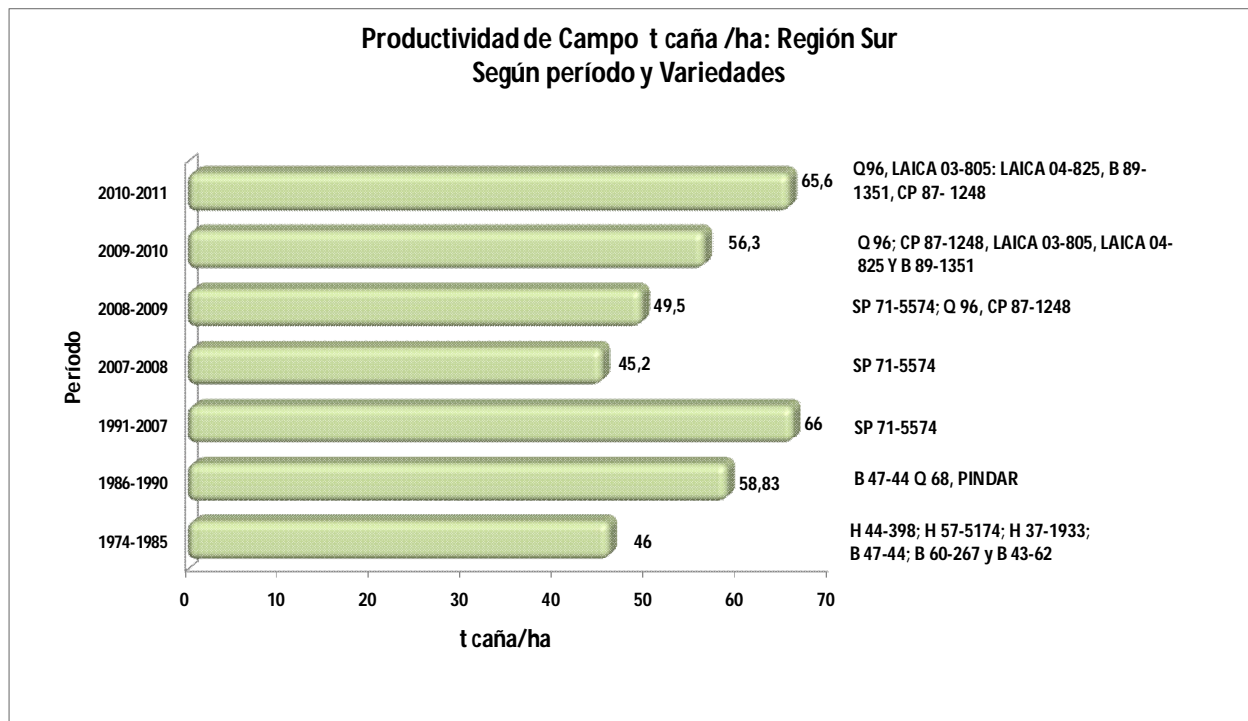


Figura 5: Productividad agronómica (t caña/ha) de la Región Sur según períodos y variedades sembradas.

5.2 RENDIMIENTO INDUSTRIAL (kg azúcar/t):

La variable de rendimiento industrial es la que se ve mayormente afectada por los cambios

generados en el material genético sembrado; lo cual se demuestra fehacientemente con los índices productivos históricos de la región (figura 6). En el período analizado de 1974-1985 se obtuvo un rendimiento de 78,95 kg/t; en esa época predominaban variedades hawaianas y barbados de poca adaptación a la región. Con base en investigación básica en selección de variedades a inicios de la década de los 80's, se comienza a sembrar nuevos materiales como la Q68, PINDAR y B47-44; lo que redundó en una producción industrial de 119,51 kg/t para este período representando un incremento significativo del 34% y en el siguiente período analizado (1991-2007) el rendimiento industrial se elevó a 126,6 kg/t para un incremento de 38% respecto al primer período; coincidiendo estos rendimientos con la expansión masiva de la variedad SP 71-5574. En las siguientes dos zafras (2007-2009) predominantemente sembradas de la variedad SP 71-5574 el rendimiento industrial promedio fue de 127,2 kg/t. Para las dos últimas zafras donde se sembraron básicamente las variedades Q 96, LAICA 03-805, LAICA 04-825, B 89-1351 y CP 87-1248, producto del proceso de cambio de la variedad afectada de la enfermedad roya naranja ; el rendimiento promedio disminuyó a 119,27 kg/t. principalmente por ajustes del ciclo durante la cosecha ya que una alta cantidad de caña fue renovada y a la hora de cosechar no tenía la madurez adecuada y tuvo que cosecharse así para poder “enciclar” dentro de los períodos de molienda de las zafras siguientes.

Si partimos de la premisa conocida que *“El azúcar se produce en el campo y se extrae en la fábrica”*; podemos atribuir que esta mejora histórica en la productividad industrial es debida en gran parte a los cambios genéticos tenidos en la región orientados bajo recomendaciones técnicas serias; las cuales asociadas a un manejo agronómico adecuado y a un ingenio de alta capacidad de extracción; a favorecido que los cambios varietales sufridos en cada época sean dirigidos hacia la mejora productiva; gozando siempre de una gran aceptación de los productores por adoptar los cambios tecnológicos; los cuales no son producto de la improvisación; sino más bien de la planificación de los procesos, pues han sido probados y adaptados a las condiciones agroecológicas de la región y cuyo impacto económico es medible como se observa en el cuadro 1; donde se analiza el período 1991-2007 predominantemente sembrado de la variedad SP 71-5574 y donde se hace la comparación de si toda la materia prima procesada en esas 17 zafras fuera suplida por materiales genéticos como la Q 68, B 47-44 y PINDAR; se obtendría una disminución del ingreso a tiempo presente de 265,8 millones de colones por zafra ; o viéndolo desde otra perspectiva; el cambio genético sufrido a partir de inicios de la década de los 90's representó un plus adicional en los ingresos de los productores

de 265,8 millones de colones solo por hecho de sembrar un material genético de alta productividad; solo considerando el efecto de rendimiento industrial; pues si incluimos la variable de rendimiento de campo; el efecto genético de la siembra de éstos materiales sería todavía más marcado.

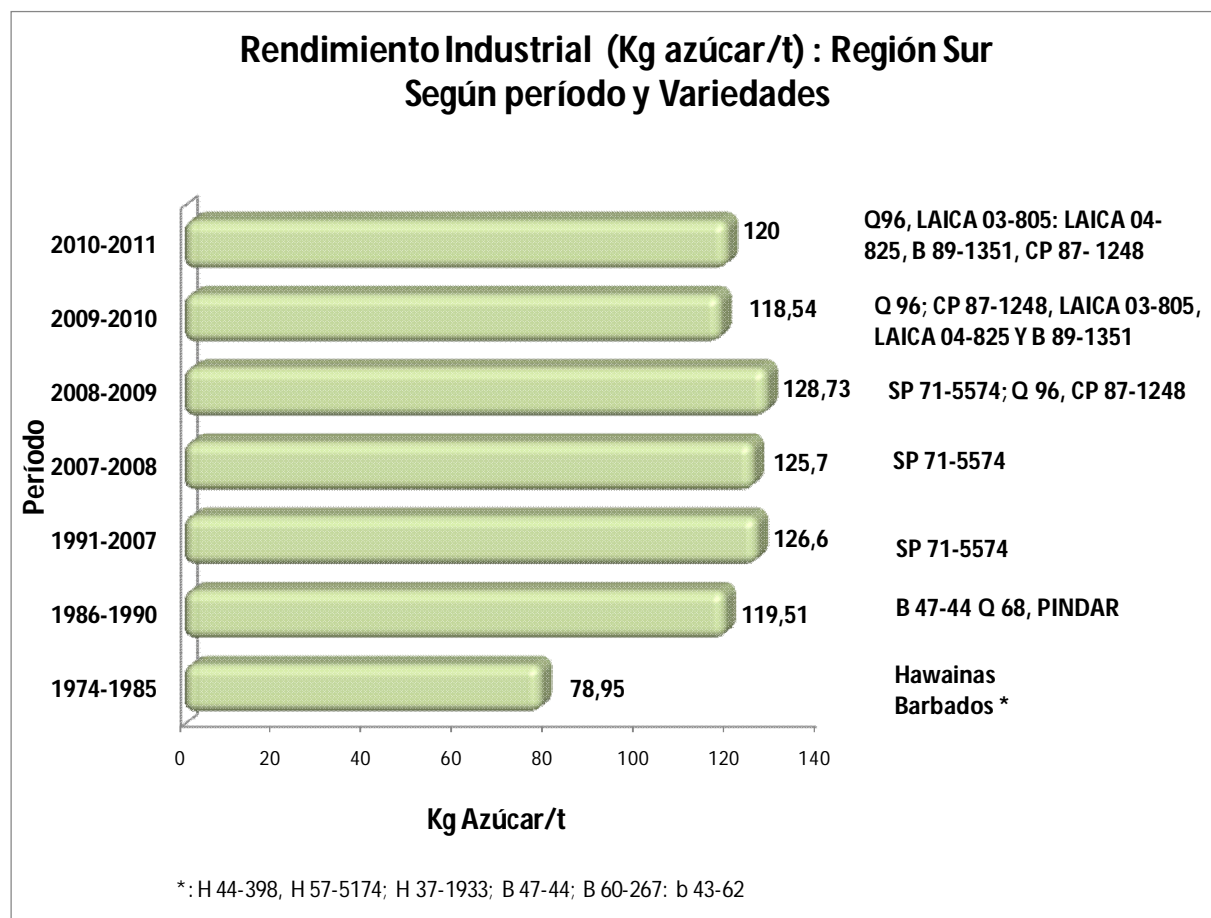


Figura 6: Productividad industrial (Kg/t) de la Región Sur según períodos y variedades sembradas.

Cuadro 1. Ingreso bruto promedio por zafra en la Región Sur. Período 1991-2007

COMPARATIVO DE RENDIMIENTOS PERIODO 1991-2007 17 ZAFRAS REGIÓN SUR								
CONDICIÓN	VARIEDAD	ZAFRAS	CANTIDAD ZAFRAS	TM MOLIDADAS	KG AZ/TM PROMEDIO	AZÚCAR PRODUCIDO	INGRESO BRUTO ACTUAL (¢162/Kg)	INGRESO BRUTO PROMEDIO ZAFRA
REAL	SP 71-5574	1991-2007	17	3.934.128,60	126,6	498.060.680,76	80.685.830.283,12	4.746.225.310,77
SUPUESTO	Q68, B47-44 Y PINDAR	1991-2007	17	3.934.128,60	119,51	470.167.708,99	76.167.168.855,73	4.480.421.697,40
DIFERENCIA					7,09	27.892.971,77	4.518.661.427,39	265.803.613,38

5.3. RENDIMIENTO AGROINDUSTRIAL (t azúcar/ha):

La variable más importante en la agroindustria azucarera es la producción de azúcar/ha; observándose un crecimiento escalonado y significativo en los períodos analizados y muy correlacionado a los materiales genéticos sembrados (Figura 7). En lo referente a los resultados de ésta variable, ha venido aumentando significativamente, ya que se pasó de un promedio de 3,63 t/ha en el período 1974-1985, a 7,02 t/ha en el período 1986-1990 y a 8,37 t/ha en el período 1991-2007 lo que representa un incremento del 57 % al comparar el primero y el último período mencionado. En la zafra 2007-2008 con la presencia de la enfermedad roya naranja en las plantaciones de caña; la producción de agroindustrial disminuyó a 5,7 t/ha. A partir de esta zafra se ha venido recuperando la productividad; gracias al acceso de nuevos materiales genéticos recomendados para la región como: Q96, CP 87-1248; LAICA 03-805, LAICA 04-825, B 89-1351 y más recientemente LAICA 05-805, LAICA 05-802, LAICA 01-604 y LAICA 04-809; que han incidido en tener en la última zafra (2010-2011) un rendimiento de 7,9 t azúcar/ha; lo que representa un aumento del 27.8% respecto a la zafra 2007-2008 (ingresó la roya naranja al país); y podemos afirmar que en mucho se debe al excelente comportamiento agroindustrial de la variedades recomendadas para la región en este proceso de reactivación cañera que se viene llevando desde el año 2008.

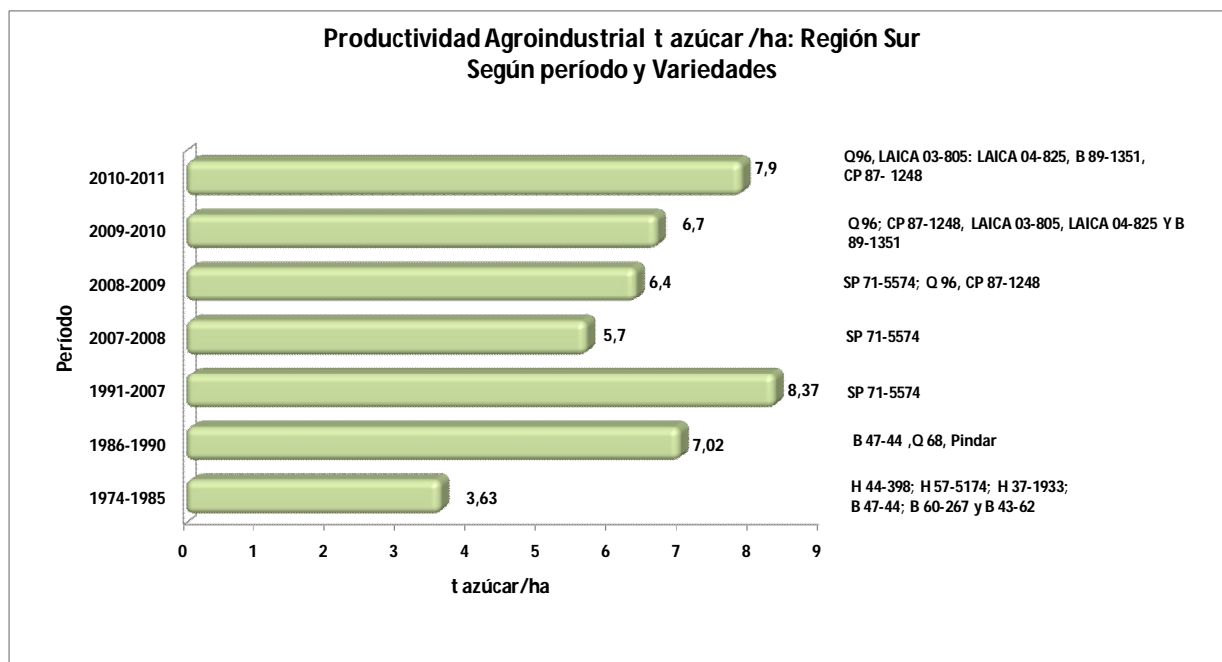


Figura 7. Productividad agroindustrial (t azúcar/ha) de la Región Sur según períodos y variedades sembradas.

6. COMPARATIVO DE RENDIMIENTO AGROINDUSTRIAL NACIONAL Y LA REGIÓN SUR.

Seguidamente se hará un análisis comparativo de la productividad agroindustrial de la Región Sur, respecto al promedio nacional en tres períodos comprendidos entre 1975 y 2004.

6.1 RENDIMIENTO INDUSTRIAL (Kg azúcar/t):

Se puede observar (figura 8) que en el período 1975-1984 el rendimiento industrial de la Región Sur fue inferior en 15,7% respecto al promedio nacional lo que representa un rendimiento menor de 14,75 kg/t; mucho de ello debido a que la región estaba en gestación y se improvisaba en sus inicios con materiales genéticos no adaptados, mientras otras regiones cañeras del país estaban mucho más consolidadas en la actividad cañero-azucarera, principalmente en lo referente a variedades sembradas. Sin embargo; para el período 1985-1989 el rendimiento de la Región Sur logra superar al rendimiento promedio nacional en un 19,1% equivalente a 19,21 Kg/t. Para el tercer período en comparación (1990-2004) el rendimiento de la Región Sur continúa en esa tendencia creciente y logra superar al rendimiento promedio nacional en un 20% equivalente a 21,1 Kg/t; lo cual es sumamente significativo; máxime que

en gran parte el efecto es provocado por el uso intensivo de la variedad SP 71-5574; de un alto potencial agroindustrial.

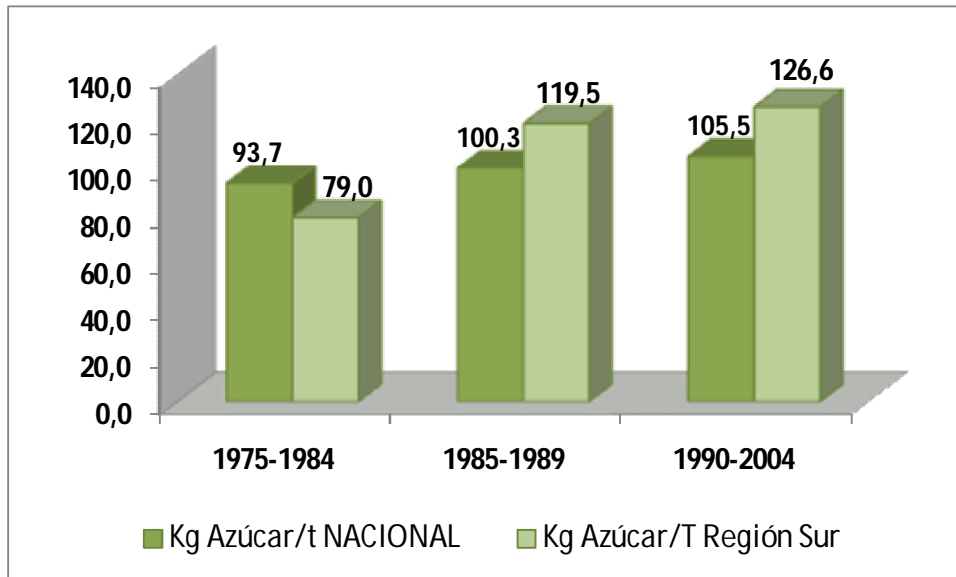


Figura 8. Comparativo de rendimiento industrial (kg/t) para la región Sur y Promedio Nacional. Período 1975-2004

6.2 RENDIMIENTO AGRÍCOLA (t caña/ha):

Se puede observar durante los tres períodos analizados; la productividad de campo de la región Sur siempre ha estado por debajo del promedio nacional, mucho influido por el tipo de suelos predominantes en la región; lo cuales se clasifican en el orden ultisol caracterizados por ser de baja fertilidad; sin embargo, es notorio que el rango de variación se ha acortado en los períodos más recientes; pues en el primer período analizado (1975-1984) la diferencia productiva fue de 30,3% que representó 20,1 t/ha. En el segundo período analizado (1985-1989) la diferencia se redujo a 24% que representó 18,6 t/ha y en el último período en comparación la diferencia de producción de campo se redujo a un 13% (9,9 t/ha); mucho generado por un notorio fortalecimiento del manejo del cultivo y de las variedades recomendadas.

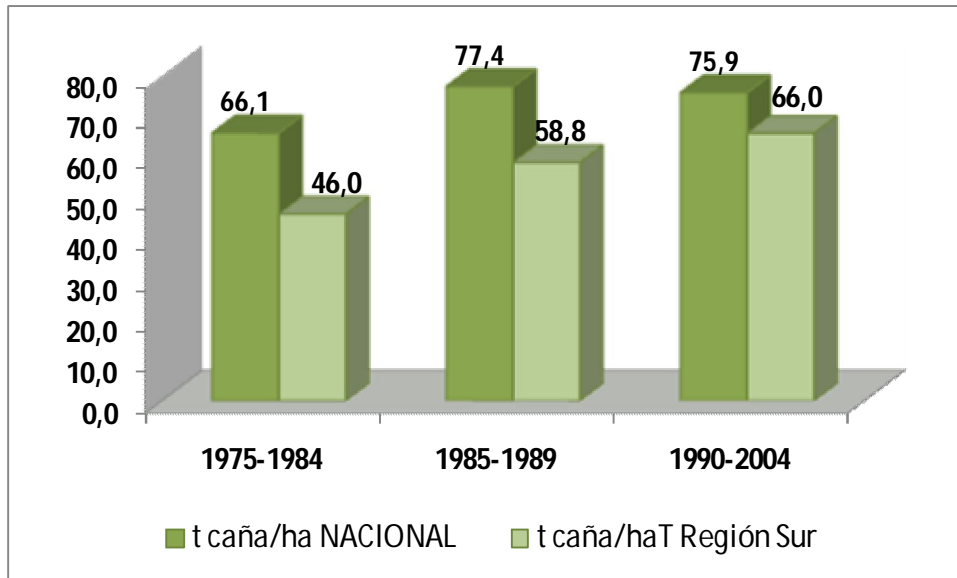


Figura 9. Comparativo de rendimiento de campo (t caña/ha) para la región Sur y Promedio Nacional. Período 1975-2004

6.3 RENDIMIENTO AGROINDUSTRIAL (t azúcar/ha):

Se puede observar durante los dos primeros períodos analizados; la productividad agroindustrial de la región Sur fue inferior al promedio nacional, sin embargo es notorio y satisfactorio el hecho de que en el tercer período analizado la región superó al promedio nacional para esta variable analizada. En el primer período analizado (1975-1984) la diferencia productiva fue de 42% que representando esta 2,6 t de azúcar/ha. En el segundo período analizado (1985-1989) la diferencia se redujo a 9% que representó 0,7 t azúcar/ha. y para el último período; como ya se mencionó se logra superar al promedio nacional en un 5% lo que representa 0,4 t azúcar/ha generado en gran parte por la selección y recomendación del la variedad SP 71-5574 desde inicios de la década de los 90's y apoyados en un fortalecimiento del manejo agronómico del cultivo así como de mejoras sustanciales en la parte industrial.

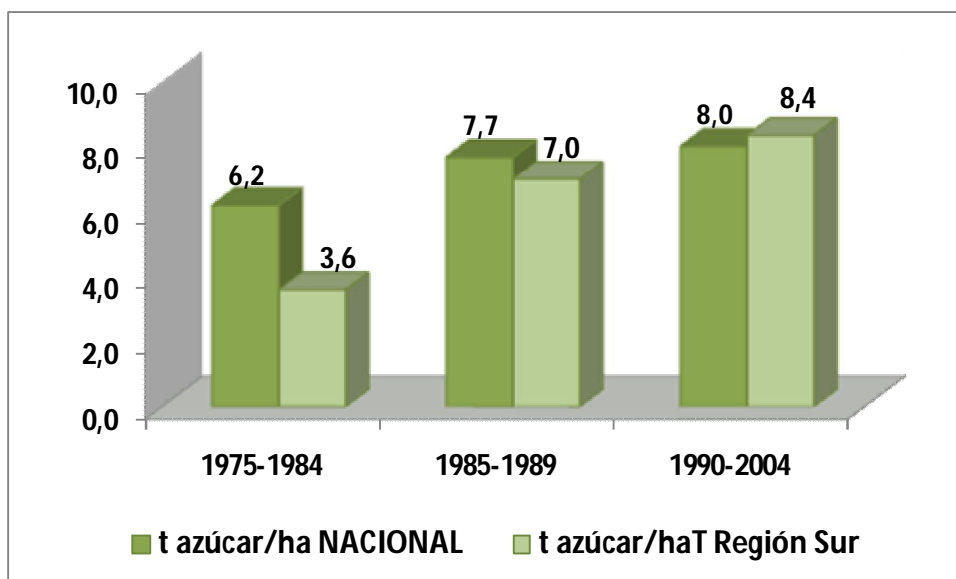


Figura 10. Comparativo de rendimiento de agroindustrial (t azúcar/ha) para la región Sur y Promedio Nacional.

Período 1975-2004

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Es claro y notorio el impacto que ha tenido el Programa de Mejoramiento Genético en el desarrollo de la actividad agroindustrial de la caña de azúcar de la Región Sur; en donde las recomendaciones de variedades altamente productivas han mejorado sustancialmente los índices productivos.
- Ante la presencia de la enfermedad roya naranja (*Puccinia kuehnii*) que afectó severamente la variedad SP 71-5574 en el año 2007, el Programa de Mejoramiento Genético fue capaz de aportar nuevas variedades producto de la selección sistemática llevada en la región y con ello se pudo dar una solución técnica y viable ante la problemática planteada a la agroindustria azucarera regional.
- Producto de este Programa actualmente se cuentan con materiales de un alto nivel productivo; tanto de campo como industrial; los cuales el productor cañero de la región está reproduciendo; tales como Q96, CP 87-1248, LAICA 03-805, LAICA 04-825.
- Como se mencionó el programa es continuo y sistemático; por lo que bajo este proceso se tienen nuevos materiales que próximamente van a estar a disposición de los productores y que se encuentran en una etapa de valoración semi-comercial con altas posibilidades de llegar a ser comerciales; entre los que podemos citar las variedades: LAICA 05-802, LAICA 05-805, LAICA 04-809, LAICA 01-604.

8. BIBLIOGRAFIA

1. CHAVES, M.A. 1982. Selección de híbridos promisorios en Caña de Azúcar. *“Seminario de Tecnología Moderna de la Caña de Azúcar”*, 2, San José, Costa Rica, 1982. **Memorias. San José, CAFESA / ATACORI / MAG/LAICA, setiembre. p: 70-74.**
 2. CHAVES, M.A. 2006. Importancia de las variedades de caña de azúcar.: Como factor de Productividad y competitividad Agroindustrial.
- **Recomendación de acceso a publicaciones realizadas por el autor referentes a la actividad cañera de la Región Sur:**
<http://www.laica.co.cr/biblioteca/index.do;jsessionid=28F1B1BAB008712A18CFBC9190D73D6F>