

**PROVINCIA DE TUCUMÁN
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROINDUSTRIAL
“OBISPO COLOMBRES”**



**ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE Y PRODUCCION
DE CAÑA DE AZUCAR
UTILIZANDO DATOS DE LOS SATELITES
LANDSAT EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN
- ZAFRA 2002 -**

**TUCUMÁN
Junio de 2002**

Instituciones Participantes:



**Secretaría de Estado de Servicios y Actividades Productivas
de la Provincia de Tucumán
Estación Experimental Agroindustrial “Obispo Colombres”**

Consejo Federal de Inversiones

Comisión Nacional de Actividades Espaciales

Ejecución del Proyecto:

Lic. Federico J. Soria

Ing. Agr. Carmina del V. Fandos

**ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE Y PRODUCCION
DE CAÑA DE AZUCAR
UTILIZANDO DATOS DE LOS SATELITES LANDSAT
EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN
- ZAFRA 2002 -**

INDICE:

	Página
1.- Introducción	4
2.- Metodología de trabajo	4
3.- Características del ciclo productivo 2001-2002	5
4.- Proceso de clasificación	5
4.1.- Selección de imágenes	5
4.2.- Obtención y selección de firmas espectrales	5
4.3.- Clasificación multiespectral	6
5.- Resultados	8
6.- Validación	12
7.- Comparación entre las zafras 2001 y 2002	12
8.- Conclusiones	14
9.- Bibliografía	14

1.- Introducción

El conocimiento de la disponibilidad de caña de azúcar con anterioridad al inicio de la zafra es de fundamental importancia para la actividad azucarera, ya que dicha información es primordial para la planificación, tanto de la cosecha de la caña de azúcar como de la comercialización a nivel nacional e internacional del azúcar producido.

Desde el año 1997, la EEAOC, antes del inicio de la zafra, realiza en la Provincia de Tucumán la estimación de la superficie cultivada y producción de caña de azúcar a partir de la diferenciación de tres niveles de rendimiento, utilizando la información generada por imágenes satelitales LandSat. A partir del año 2001, las estimaciones se realizan a nivel departamental.

En el presente trabajo se exponen los resultados obtenidos para la zafra 2002.

2 - Metodología de trabajo

La metodología adoptada fue la de clasificación multiespectral supervisada. Dicha metodología se encuentra detallada en el Informe Final correspondiente al contrato de obra firmado entre el C.F.I. y la EEAOC, mediante el cual la EEAOC realizó el *“Relevamiento satelital de la Provincia de Tucumán. Determinación del área cultivada con citrus y granos, y producción de caña de azúcar”* (año 1999).

Los pasos seguidos durante el proceso se indican a continuación:

- Relevamiento a campo: selección y georreferenciación de lotes de control de caña de azúcar.
- Confección de la base de datos con la información de los lotes de control.
- Selección y procesamiento de imágenes satelitales utilizando el software ERDAS Imagine, versión 8.4.

A continuación se puntualizan sólo las características propias correspondientes a la zafra 2002.

3.-Características del ciclo productivo 2001-2002

La ocurrencia de oportunas lluvias en la primavera determinó que se generaran buenas condiciones de brotación y crecimiento inicial del cañaveral. En consecuencia, hacia mediados del mes de diciembre, los lotes que recibieron adecuadas prácticas de manejo presentaban un muy buen desarrollo vegetativo.

Las buenas condiciones descritas no tuvieron continuidad en la segunda quincena de diciembre y principios de enero, como consecuencia de que las precipitaciones registraron valores menores que los normales. También fue negativo para el crecimiento la caída de los niveles de radiación solar, especialmente en el mes de febrero. De todas formas se puede considerar que el ciclo vegetativo 2001-2002, sin ser excelente, fue adecuado para el crecimiento de la caña de azúcar. (Fuente: Sección Caña de Azúcar, EEAOC).

4.- Proceso de clasificación

4.1.- Selección de imágenes

El proceso de clasificación se realizó sobre imágenes adquiridas en el mes de mayo, el detalle de las mismas se indica en el Cuadro 1.

Orbital	Centro de imagen	Fecha de adquisición	Sensor
230	78	03/05/02	LandSat7 ETM+
230	79	03/05/02	LandSat7 ETM+
231	78	10/05/02	LandSat7 ETM+
231	79	10/05/02	LandSat7 ETM+

Cuadro 1: Listado de las imágenes utilizadas para la clasificación de la caña de azúcar, zafra 2002.

Las condiciones climáticas imperantes al momento de la adquisición de las imágenes se detallan en el Anexo: Datos Climáticos.

4.2.- Obtención y selección de firmas espectrales

Para el proceso de selección de firmas espectrales se contó con la información de 340 campos de control distribuidos en las distintas regiones agroecológicas que componen

el área cañera de la Provincia (Anexo: Planilla de Campo caña de azúcar 2002).

El criterio de separación de niveles de rendimiento para realizar el proceso de obtención y selección de firmas espectrales fue el mismo que el aplicado en campañas anteriores, a saber:

Producción BAJA:	Rendimientos \leq 56 t/ha
Producción MEDIA:	Rendimientos entre 57 y 75 t/ha
Producción ALTA:	Rendimientos \geq 76 t/ha

Los valores medios de los niveles digitales (ND) correspondientes a las bandas utilizadas (3, 4 y 5), se visualizan en los histogramas de la Figura 1. Se constató nuevamente, al igual que en las zafas 1999, 2000 y 2001, que la banda 4 es la que marca las diferencias mas significativas y por lo tanto, la que posibilita la discriminación de los distintos niveles de rendimiento.

4.3.- Clasificación multiespectral

Luego de la selección definitiva del juego de firmas espectrales para cada nivel de rendimiento considerado, se hizo correr el proceso de clasificación sobre cada uno de los orbitales. Los resultados obtenidos se exponen a continuación.

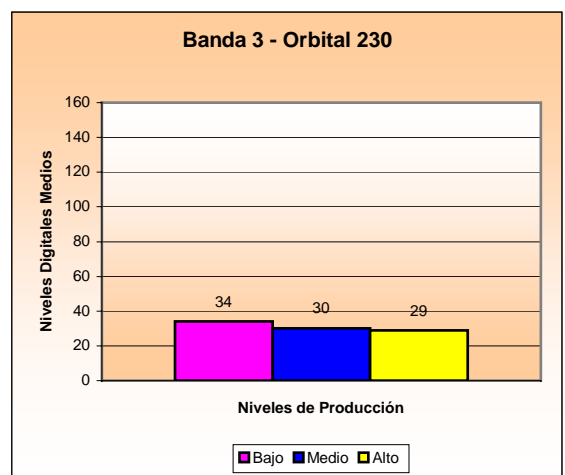
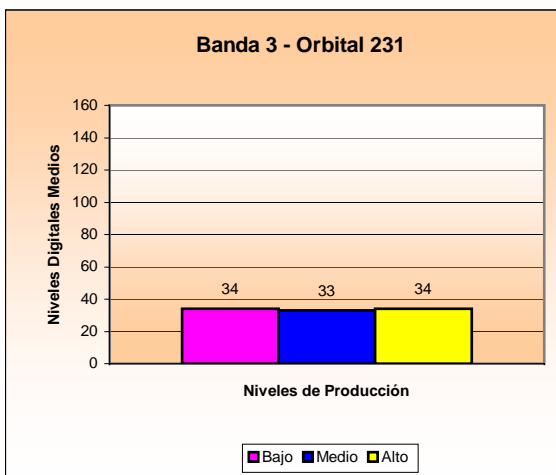
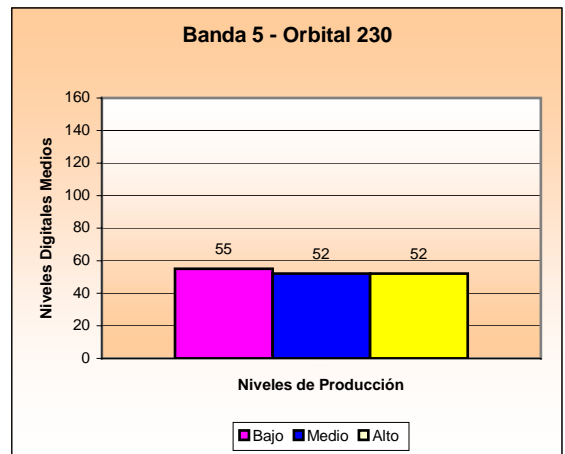
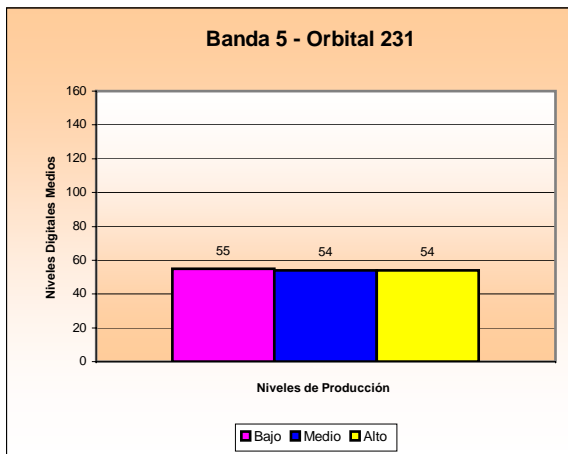
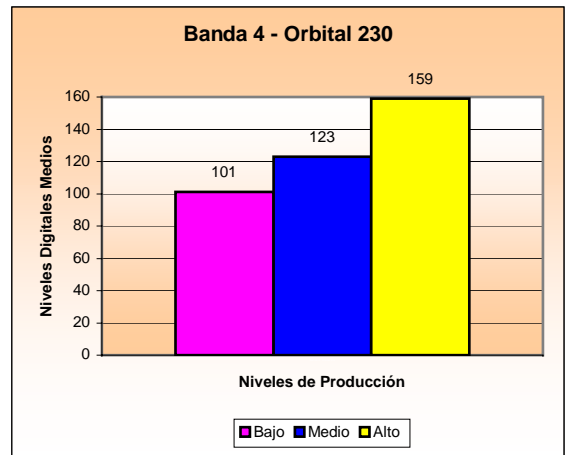
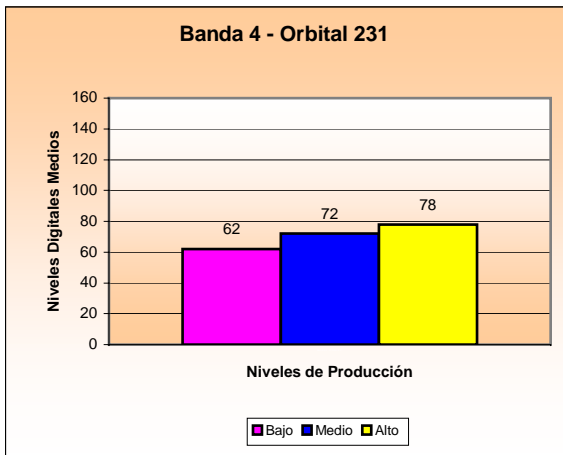


Figura 1: Comparación de los ND medios para el cultivo de caña de azúcar
Zafra 2002

5.- Resultados

En el mapa temático resultante (Anexo: Mapa Temático caña de azúcar zafra 2002), se visualiza la distribución geográfica de los tres niveles de rendimiento de caña de azúcar considerados para la zafra 2002 en la Provincia de Tucumán.

El cálculo numérico reveló que la **superficie bruta total** de caña de azúcar para la zafra 2002 fue **218.500 ha**; discriminado dicho valor en los niveles de rendimientos estipulados se obtiene:

rendimientos culturales bajos (≤ 56 t/ha):	149.540 ha;
rendimientos culturales medios (entre 57 y 75 t/ha)	54.860 ha;
rendimientos culturales altos (≥ 76 t/ha)	14.100 ha.

Al igual que en zafras anteriores se tuvo en cuenta la existencia de zonas sin cultivo, dentro de las explotaciones cañeras, que quedan involucradas en la clasificación digital. La ponderación de dichas áreas no cultivadas es de un 15% (Sección Agronomía de caña de azúcar, EEAOC). Adoptando este valor como factor de corrección, se obtuvo que la **superficie neta total** del cultivo en el territorio provincial, estimada para la zafra 2002, fue de **185.720 ha** y su discriminación por niveles de rendimientos fue:

rendimientos culturales bajos (≤ 56 t/ha):	127.110 ha;
rendimientos culturales medios (entre 57 y 75 t/ha)	46.640 ha;
rendimientos culturales altos (≥ 76 t/ha)	11.970 ha.

Analizando porcentualmente los valores obtenidos se puede observar que el 69% del área clasificada como caña de azúcar correspondió al nivel de rendimiento bajo, el 25% al nivel medio de rendimiento y el 6% al nivel de rendimiento alto (Figura 2). Estos porcentajes prácticamente repiten los valores obtenidos en la zafra 2001, apreciándose una disminución del 1% en los rendimientos bajos a favor de un incremento en los rendimientos altos por igual valor.

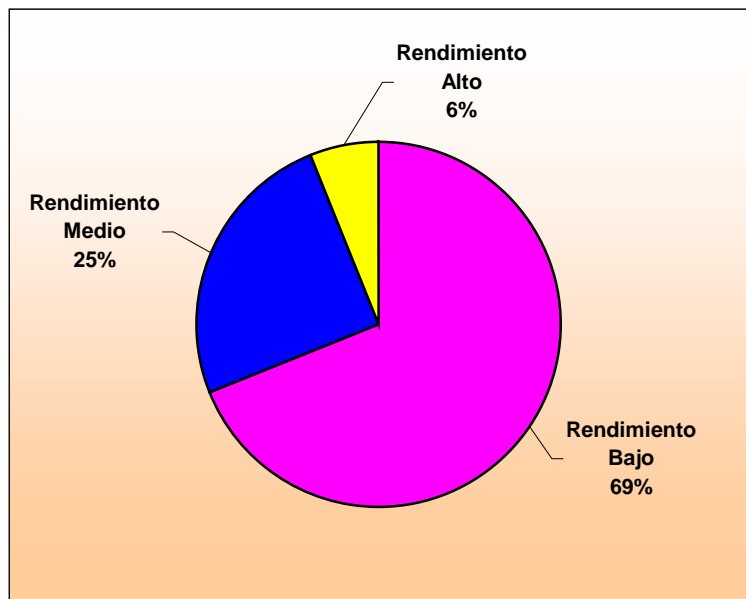


Figura 2: Distribución porcentual de los niveles de rendimiento de caña de azúcar, zafra 2002.

En el mapa temático se puede apreciar que el patrón de distribución espacial de los niveles de rendimiento en el territorio provincial es similar al presentado en campañas anteriores, donde las áreas con altos rendimientos se concentran en el sector noreste y sudoeste de la Provincia y los de bajo rendimientos en la zona central del área cañera.

La distribución departamental de la superficie neta, discriminada en cada uno de los niveles de rendimiento considerados, se expone en el Cuadro 2.

Departamento	Rendimiento Bajo (ha)*	Rendimiento Medio (ha)*	Rendimiento Alto (ha)*	Total Departamental (ha)*
Cruz Alta	14.820	16.390	7.220	38.430
Simoca	26.310	4.040	410	30.760
Leales	22.810	6.970	680	30.460
Monteros	17.680	1.970	220	19.870
Chicligasta	12.320	1.730	360	14.410
Río Chico	8.810	3.430	960	13.200
Burruyacu	4.060	5.010	1.030	10.100
Famailla	6.580	1.530	40	8.150
Lules	6.190	1.680	170	8.040
J. B. Alberdi	4.960	1.990	540	7.490
La Cocha	1.020	1.040	180	2.240
Graneros	930	550	120	1.600
Tafi Viejo	330	210	30	570
Yerba Buena	230	70	10	310
Capital	60	30	0	90
Total Provincial	127.110	46.640	11.970	185.720

*: Superficie neta.

Cuadro 2: Distribución departamental de la estimación de los niveles de rendimiento, zafra 2002

Del análisis de los porcentajes en que cada departamento participa en la superficie neta total de la Provincia (Figura 3) se aprecia la importancia de los departamentos Cruz Alta, Simoca y Lules, ya que en conjunto aportan más del 50% del total provincial. Le siguen en importancia Monteros, Chicligasta y Río Chico, que comprenden aproximadamente un 25%, mientras que el porcentaje restante se distribuye en 9 departamentos.

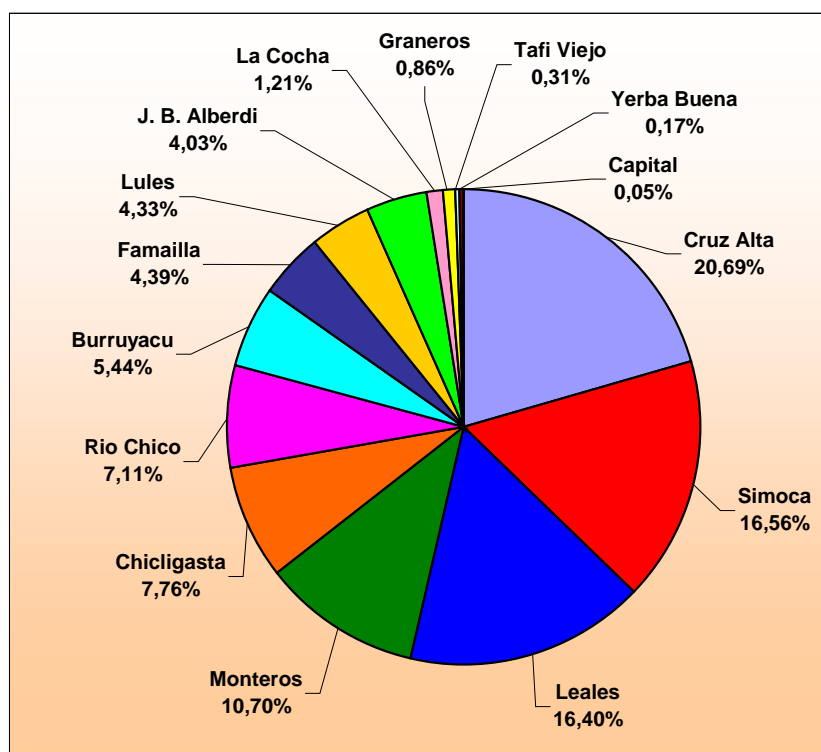


Figura 3: Distribución porcentual por departamento del cultivo de caña de azúcar, zafra 2002.

En la figura 4 se visualiza la distribución porcentual de los niveles de rendimiento en cada departamento. Del cuadro se concluye que el departamento con mejor rendimiento del cañaveral fue Cruz Alta, siguiéndole los departamentos Burruyacu y La Cocha; en tanto que los departamentos con menor rendimiento son Monteros, Simoca y Chicligasta.

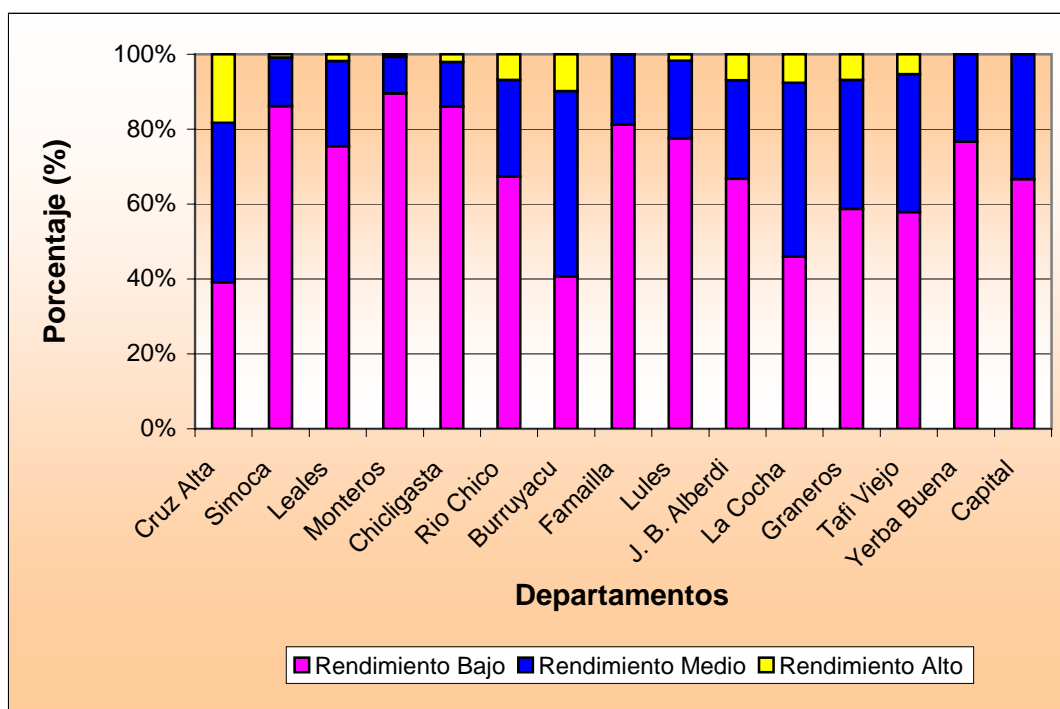


Figura 4: Distribución porcentual de los rendimientos a nivel departamental, zafra 2002

6.- Validación

El procedimiento de validación de los resultados se realizó por dos vías independientes. En una primera etapa se contrastaron los resultados con los datos de campos test, no utilizados en la selección final de firmas espectrales, los que sumaban aproximadamente 14.000 ha, y en una segunda instancia se seleccionaron aleatoriamente lotes clasificados, no incluidos entre los campos test, en los cuales se realizó un reconocimiento en el terreno.

En total se verificaron aproximadamente 16.000 ha, alrededor del 9% de la superficie neta total clasificada, determinándose un error de $\pm 5\%$.

7.- Comparación entre las zafras 2001 y 2002

En la presente campaña la superficie total con caña de azúcar se incrementó en un **1.27%** con respecto a la zafra 2001.

Para lograr una mejor apreciación de las modificaciones en la superficie cultivada con respecto a la zafra 2001, se realizó el cálculo de la variación porcentual de la superficie neta por departamento (Figura 5).

Al analizar los 6 departamentos de mayor superficie cultivada, se observa que en 4 de ellos se registraron incrementos, destacándose Chicligasta como el de mayor aumento (6%), seguido de Leales, Cruz Alta y Río Chico con valores que oscilan entre el 1 y el 3%.

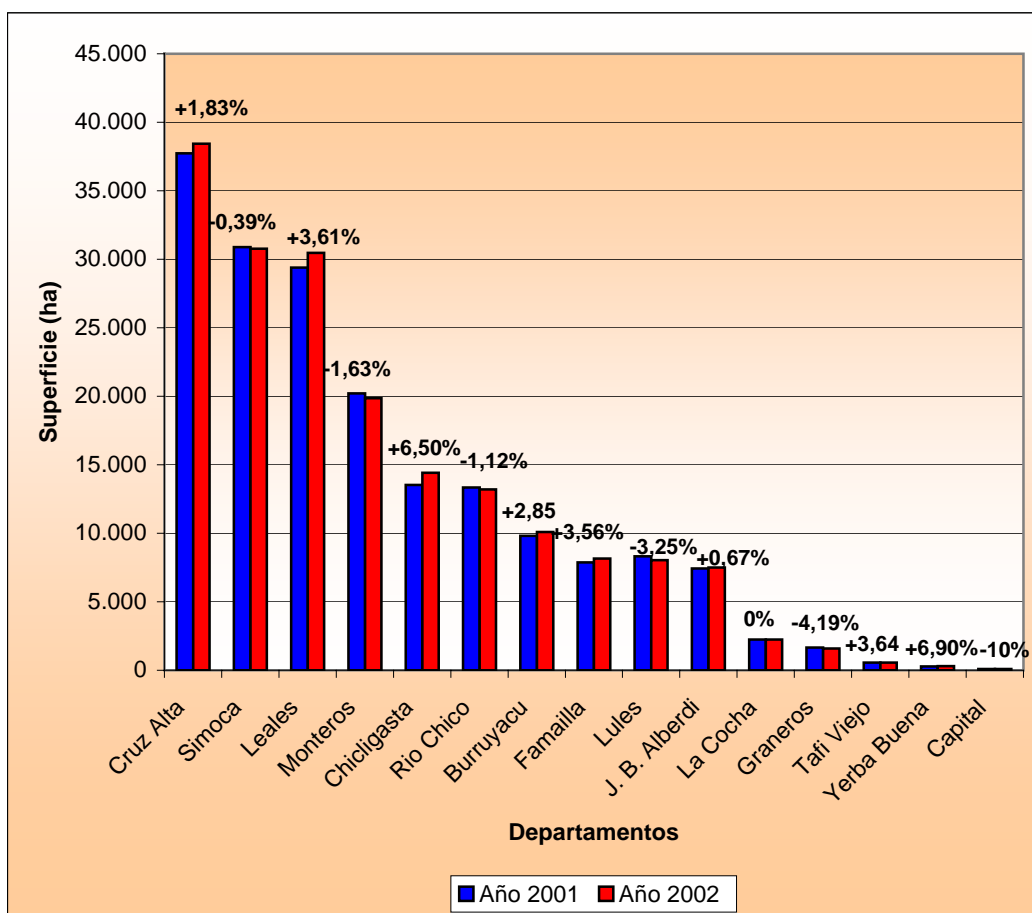


Figura 5: Variación porcentual de la superficie cañera por departamento entre los años 2001 y 2002.

8.- Conclusiones

- En la presente campaña la superficie total con caña de azúcar se incrementó en un **1.27%** con respecto a la zafra 2001. Cabe destacar que el pequeño incremento de la superficie cultivada se debió a nuevas plantaciones y que una pequeña cantidad de lotes que el año pasado no tenían producción por el exceso de agua este año mejoraron ligeramente, y entraron en el conjunto de lotes clasificados.
- El departamento con mejor rendimiento del cañaveral fue Cruz Alta, siguiéndole Burruyacu y La Cocha; en tanto que los departamentos con menor rendimiento fueron Monteros, Simoca y Chicligasta.
- El patrón de distribución espacial de los niveles de rendimiento en el territorio provincial fue similar al presentado en campañas anteriores, donde las áreas con altos rendimientos se concentran en el sector noreste y sudoeste de la Provincia y las de bajos rendimientos en la zona central del área cañera.
- Los modelos empleados en el proceso de clasificación tienen validez únicamente para las imágenes utilizadas en la presente campaña y no deben ser tomados como modelos universales.

9.- Bibliografía

- Lamelas, C. M., J. D. Forciniti, M. Devani, J. Scandaliaris.** 2002. El tiempo y los cultivos en el periodo setiembre-noviembre 2001. Avance Agroindustrial 22 (4): 41-44.
- Lamelas, C. M. y J. D. Forciniti.** 2002. El tiempo y los cultivos en el periodo diciembre 2001-febrero 2002. Avance Agroindustrial 23 (1): 37-40.
- Lamelas, C. M. y J. D. Forciniti.** 2002. El tiempo y los cultivos en el periodo marzo-mayo 2002. Avance Agroindustrial 23 (2): 42-44.
- Soria, F. J., C. Fandos.** 2000. Relevamiento satelital de la Provincia de Tucumán, determinación del área cultivada con citrus y granos, y producción de caña de azúcar. C.F.I. – EEAOC Tucumán. Argentina
- Soria, F. J., C. Fandos.** 2001. Estimación de superficies cultivadas y rendimientos productivos utilizando información de sensores remotos. C.F.I. – EEAOC Tucumán. Argentina.

Estación Experimental Agroindustrial “Obispo Colombres”

AV. William Cross 3150

-4101- Las Talitas

Prov. de Tucumán

ARGENTINA

Tel.: 0381-4276561

Fax: 0381-4276404

E_mail: srysig@eeaoc.org.ar

Consejo Federal de Inversiones

San Martín 871

-1004-Ciudad Autónoma de Buenos Aires

ARGENTINA

Tel.: 011-43170700

Fax: 011-43170793

E_mail: bbakarcic@cfired.org.ar

Comisión Nacional de Actividades Espaciales

Paseo Colon 751

-1097- Ciudad Autónoma de Buenos Aires

ARGENTINA

Tel.: 011-43310074

Fax: 011-43313446

E_mail: jizaurra@conae.gov.ar