

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
COMISIÓN NACIONAL DE ACTIVIDADES ESPACIALES
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROINDUSTRIAL
“OBISPO COLOMBRES”**



**ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE CULTIVADA CON TRIGO
UTILIZANDO DATOS DEL SATELITE SAC-C
EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN
Y ÁREAS DE INFLUENCIA
CAMPAÑA 2003**

**TUCUMÁN
Setiembre de 2003**

Instituciones Participantes:



Consejo Federal de Inversiones

**Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes
Provincia de Tucumán**

Comisión Nacional de Actividades Espaciales

Ejecución del Proyecto:

Lic. Federico J. Soria

Ing. Agr. Carmina del Valle Fandos

**ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE CULTIVADA CON TRIGO
UTILIZANDO DATOS DEL SATELITE SAC-C
EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN
Y ÁREAS DE INFLUENCIA
CAMPAÑA 2003**

Índice

	Página
1.- Introducción	4
2.- Aspectos generales del cultivo de trigo	5
3.- Características de la Campaña 2003	6
4.- Metodología de clasificación	7
5.- Resultados	8
6.- Bibliografía	9

1.- Introducción

Durante las últimas campañas, la Estación Experimental Agroindustrial “Obispo Colombes” (EEAOC), viene realizando la estimación de superficie ocupada con cultivos de trigo en la Provincia de Tucumán, y áreas de influencia en las provincias de Santiago del Estero y Catamarca. Hasta la campaña 2002, para las estimaciones se utilizaron imágenes del satélite Landsat, el cual tiene una resolución espacial de 30 m, lo que permitió el cálculo de superficies con menos de 5% de error de estimación.

En la presente campaña, la disponibilidad de imágenes Landsat se vio dificultada debido a anomalías surgidas en dicho satélite. Cabe destacar que las últimas imágenes útiles correspondientes a la Provincia de Tucumán fueron las obtenidas el 20 de abril del corriente año.

Ante la posibilidad de que el satélite LandSat7 no pueda ser recuperado se revisaron las posibilidades de utilizar información proveniente de otros sensores que posean la capacidad necesaria para alcanzar los objetivos buscados.

Por el convenio existente con la CONAE, la EEAOC tiene acceso a las imágenes del satélite SAC-C. El mismo es el primer satélite argentino operacional, presenta una órbita cuasi polar helio sincrónica a 705 km de altura y forma parte de la constelación matutina. Tiene montadas dos cámaras, una llamada MMRS, multiespectral y otra pancromática llamada HTRC. Las características técnicas del sensor son las siguientes:

Resolución espectral: pancromática: 0.40 a 0.90um (HTRC)

Banda 1: 0.48 a 0.59 um (MMRS)

Banda 2: 0.54 a 0.56 um (MMRS)

Banda 3: 0.63 a 0.69 um (MMRS)

Banda 4 NIR: 0.79 a 0.83 um (MMRS)

Banda 5 SWIR: 1.55 a 1.70 um (MMRS)

Resolución espacial:

Pancromática: 35 metros

Multiespectral: 175 metros

Las bandas 3, 4 y 5 presentan un rango de longitud de onda similar a las bandas 3, 4 y 5 de las imágenes Landsat. Dichas bandas son las que se utilizan para la estimación de superficies cultivadas, por lo que desde el punto de vista espectral las imágenes son muy similares, razón por la cual se optó por intentar la identificación digital de los cultivos de trigo con las imágenes Sac-C correspondientes a los orbitales 230 y 231 de fechas 10 y 17 de agosto respectivamente.

2.- Aspectos generales del cultivo de trigo

El trigo se encuentra entre los cultivos tradicionales de la Provincia de Tucumán, aunque la extensión de la superficie cultivada anualmente está fuertemente influenciada por las condiciones ambientales previas a la siembra.

El trigo es una planta anual cuyo tallo es erecto, cilíndrico y hueco con 5 a 7 nudos, presentando formación de macollos que son ramificaciones que se producen en la base y dan lugar a tallos que se desarrollan paralelamente al principal. Las hojas presentan 2 partes bien diferenciadas, la vaina, que es la sección que se inserta en el nudo y que envuelve al tallo y la lámina, de forma linear o linear lanceolada. La inflorescencia del trigo es una espiga con espiguillas sésiles. Mide generalmente de 7 a 10 cm y lleva en promedio de 15 a 20 espiguillas.

Con respecto a su ubicación, la mayor superficie se reparte en las regiones agrológicas del Pedemonte y la Llanura Chacopampeana, restringiéndose el trigo con riego en pivote central a esta última región.

En la mayoría de los casos el trigo sucede a la soja y la época de siembra se extiende desde fines de abril a fines de junio dependiendo de las condiciones de humedad de los suelos y de la cosecha del cultivo de verano, siendo la cantidad de agua almacenada en los suelos a partir de las lluvias estivo-otoñales el factor que condiciona la intención de siembra. Si bien el régimen monzónico (con concentración de las lluvias en los meses estivales y un período invierno-primaveral seco), determina la necesidad de riego durante el ciclo del cultivo, la mayor parte de la superficie sembrada se realiza en condiciones de secano.

Según investigaciones de las Secciones Agrometeorología y Granos de la EEAOC, las lluvias acumuladas de febrero a mayo son las que proveen la humedad necesaria para la implantación y el posterior crecimiento y desarrollo del cultivo. Las lluvias de agosto-setiembre, que aportan humedad adicional en el momento de los máximos requerimientos

del cultivo y el comportamiento de la temperatura en los meses invernales, terminan definiendo los resultados de producción.

El ciclo del cultivo oscila entre 120 y 150 días según la variedad sea de ciclo corto, intermedio o largo. De acuerdo a la fecha de siembra y la productividad del lote se define la variedad y la densidad de siembra. En siembras tempranas, desde el 20 de abril al 5 de mayo, se recomiendan variedades de ciclo largo; para siembras entre el 6 y el 20 de mayo, variedades de ciclo intermedio y para siembras tardías, variedades de ciclo corto. Con respecto a la densidad de siembra, en lotes con alto potencial de rendimiento y buen contenido de humedad se recomienda alta densidad (300 plantas por metro cuadrado). A medida que las condiciones ambientales y de suelo se empobrecen la densidad de siembra debe ser disminuida, hasta 140-120 plantas por metro cuadrado. (Sección Granos de la EEAOC).

La cosecha de trigo se realiza desde mediados de setiembre a mediados de noviembre.

3.- Características de la Campaña 2003

Como se mencionó en párrafos anteriores, las lluvias estivo otoñales son de vital importancia para la implantación y desarrollo del cultivo. En este sentido, cabe destacar que el marcado déficit hídrico registrado en el verano y otoño determinó un inicio de campaña con bajos niveles de reserva de humedad edáficos, situación que comprometió al cultivo y lo condicionó a depender marcadamente del comportamiento de las temperaturas y de los aportes de precipitaciones durante el cuaje y llenado de los granos.

En el mes de junio, la oportuna ocurrencia de precipitaciones en casi toda el área sembrada contribuyó a mejorar el estado de los cultivos.

Hacia finales de campaña podía observarse una mezcla de situaciones en cuanto al estado de los campos trigueros. Los lotes ubicados en la región de Pedemonte presentaban en general mejor estado que los ubicados en la Llanura Chacopampeana, hacia el este de la Provincia, en los cuales se podían observar los efectos adversos de la sequía invierno primaveral, la ocurrencia de heladas tardías y la presencia de enfermedades.

4.- Metodología de clasificación

Para la estimación de superficie cultivada en la presente campaña se convino en utilizar una metodología mixta de clasificación (la cual combina los métodos de clasificación supervisado y no supervisado), si bien en campañas anteriores se usó el método de clasificación multiespectral supervisada.

En el caso de la clasificación supervisada, el conocimiento de la realidad de campo permite delimitar sobre la imagen áreas piloto representativas de las clases o categorías a clasificar las cuales sirven para “entrenar” al procesador en el reconocimiento de las clases a discriminar. A partir de estos campos test, el software identifica los niveles digitales de los píxeles que definen cada una de las clases y luego reconoce en la totalidad de los píxeles de la imagen aquellos que poseen iguales niveles digitales asignándoles la categoría que les corresponde en cada caso.

Con respecto al método no supervisado, en términos generales, procede a una búsqueda automática de grupos de valores homogéneos dentro de la imagen (clusters), esto es, se trata de obtener el nivel digital, o rango de niveles digitales, que identifican a cada uno de estos grupos. En si el método no implica ningún conocimiento del área de estudio, por lo que la tarea del técnico se centra en la interpretación de la categorización o agrupamiento automático obtenido del procesamiento de la imagen.

En la metodología mixta aplicada ambos métodos se complementaron: en una primera instancia se procedió a la clasificación multiespectral no supervisada, lo que permitió una primera aproximación a la identificación del cultivo, posteriormente se corroboró dicha clasificación confrontándola con la información de campo disponible, resultando de vital importancia el conocimiento del área de estudio obtenido a lo largo de cinco años de relevar a campo e interpretar imágenes de la región.

Fueron varias las causas que motivaron la elección de la metodología mixta, entre ellas se destacan la utilización de un sensor distinto al ETM+ (Landsat7) y las características climáticas de la campaña.

Con respecto al sensor SAC-C, si bien la resolución espectral es similar a la del sensor ETM+, su resolución espacial no permite una adecuada discriminación de los lotes de control, fundamentales al momento de la aplicación del método de clasificación supervisada. A la

dificultad espacial se sumaron las características propias de los lotes en la presente campaña: el déficit hídrico que se mantuvo a lo largo del ciclo dificultó la individualización de campos test ya que lotes con igual fecha de siembra, variedad y manejo, presentaban un crecimiento vegetativo distinto, originando respuestas espectrales muy disímiles, pudiendo provocar “ruido” al momento de la selección de firmas espectrales.

5.- Resultados

Como se mencionó anteriormente, una de las principales diferencias entre los sensores SAC-C y Landsat radica en la resolución espacial, presentando las imágenes SAC-C un píxel de 175 m x 175 m en modo multiespectral. Esta característica determinó la realización de la estimación sólo a escala provincial, ya que la diferenciación departamental se vio dificultada.

Las estimaciones de superficie arrojaron un valor de **superficie bruta total** ocupada con cultivos de trigo en la Provincia de Tucumán de **181.190 ha**.

Para el área de influencia en el Oeste de la Provincia de Santiago del Estero la superficie bruta fue estimada en **39.490 ha** en tanto que dicho valor fue de **12.640 ha** para el área de influencia en el Sudeste de la Provincia de Catamarca.

La distribución espacial de los cultivos de trigo en la Provincia y áreas de influencia se aprecian en el mapa satelital que se adjunta en el Anexo: Mapa Temático.

Por la resolución espacial del sensor, no sólo quedan incluidas en la clasificación digital la caminería interior de las fincas y sus áreas de servicios, sino también, en ciertos casos, rutas y caminos vecinales. Esta situación determina que para el cálculo de la superficie neta sea necesario incrementar el porcentaje que se debe deducir de la superficie bruta, aumentando el mismo al 20%. En función de lo antedicho la **superficie neta total** sería:

Zona	Superficie Neta en ha.
Provincia de Tucumán	144.950 ha
Área de influencia en Sgo. del Estero	31.590 ha
Área de influencia en Catamarca	10.110 ha

Las verificaciones de validación determinaron un error de estimación de $\pm 10\%$. El error de comisión estuvo dado fundamentalmente por la resolución espacial del sensor, en tanto que el error de omisión se dio principalmente por la falta de clasificación de campos de trigo sembrados en fechas tardías, y de campos que aún con fechas tempranas de siembra, presentaban escaso desarrollo vegetativo originado, principalmente, por el déficit hídrico característico del presente ciclo del cultivo.

6.- Bibliografía

Chuvienco, E. 1990. Fundamentos de teledetección espacial. Madrid. España.

Lamelas, C. M. y J. D. Forciniti. 2003. El tiempo y los cultivos en el periodo marzo-mayo 2003. Avance Agroindustrial 24 (2): 41-44.

Soria, F. J., C. Fandos. 2003. Superficies cultivadas y Frontera de Expansión Agrícola. C.F.I. – EEAOC Tucumán. Argentina

Soria, F. J., C. Fandos. 2001. Estimación de superficie cultivada con trigo utilizando datos del satélite Landsat7 ETM+ en la Provincia de Tucumán y áreas de influencia. Campaña 2001. C.F.I. – EEAOC Tucumán. Argentina.

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

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