

ESTIMACIÓN DE SUPERFICIES CULTIVADAS EN NAVARRA

L. Albizua y A. Leránoz

Lalbizua@tracasa.es

*Trabajos Catastrales S.A.
Carretera del Sadar s/n
Edificio "El Sario"
Pamplona 31006. Navarra*

RESUMEN

Trabajos Catastrales S.A. ante la necesidad por parte del Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Navarra de disponer de información actualizada, rápida y fiable en agricultura, ha combinado el método de marco de áreas con la teledetección y posterior aplicación de un estimador de regresión para la estimación objetiva de superficies de los principales cultivos anuales.

El objetivo del proyecto es estimar la superficie de los cultivos Trigo, Cebada, Girasol y Maíz, así como de la práctica del Barbecho en los límites del territorio foral de Navarra. Se estima que estos cultivos o prácticas, suponen dentro de la superficie cultivada de la provincia más del 85% del secano y aproximadamente el 50% de la superficie de regadío. Los resultados obtenidos por este método para estos cultivos, han sido los oficiales desde 1991.

Los resultados obtenidos para los cultivos principales muestran como, la precisión de los resultados mejora aplicando el marco de áreas y posterior estimador de regresión tras el análisis de datos de satélite, en comparación con los resultados obtenidos únicamente con el muestreo de áreas (estimador de expansión directa). Una forma de medir el incremento de precisión es la eficiencia relativa que mide cuanto se debería aumentar la muestra en campo para obtener la misma varianza por expansión directa. En Navarra la eficiencia relativa para los diferentes cultivos de interés varía entre 1,6 y 10.

TCSA, due to the need to supply to the Agriculture Department of the Navarra Government, with rapid, up to date and reliable agricultural information, has combined the area boundary method with remote sensing procedures, to calculate an objective estimation of the areas for the main annual crops.

The main goal of the project is to estimate the occupied area for wheat, barley, sunflower and maize and as well as the fallow area in the limits of our community. The estimate area for these crops in Navarra is above 85% of unirrigated land and approximately around 50% of irrigated land. The obtained results have been official since 1991 for wheat, barley, fallow, maize and sunflower.

These results probe that, the accuracy reached using area sampling and subsequent application of a regression estimator to satellite data from the main annual crops, substantially improve those obtained by using only the area sampling technique (direct expansion). A profit measure is shown by the relative efficiency, which records the amount of instances, you have to increase the sampling appraisal to get the same variance as using direct expansion. In Navarra and for the different crops studied the relative efficiency varies from 1,6 to 10.

Palabras clave: Cultivos, Superficies, Estadística, Teledetección

ESTRATIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA

El objetivo de estratificar el territorio para realizar estimaciones estadísticas basadas en técnicas de muestreo, es el de reducir la

variabilidad del carácter estudiado con el fin de aumentar la precisión de las estimaciones.

Las capas de información utilizadas para realizar la estratificación fueron las 7 Comarcas agrarias de Navarra que presentan

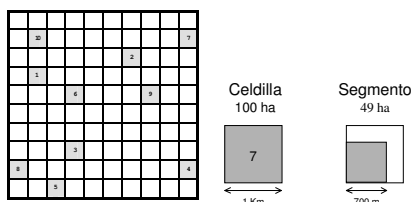
características homogéneas en las prácticas de cultivo dentro de cada una de ellas y la fotointerpretación de imágenes de satélite a E 1:100.000 contrastada con información del mapa de usos y aprovechamientos, fotogramas aéreos e información de campo.

Tanto los límites de la Comunidad, como los de las Comarcas, como los de los estratos se ajustan a la línea quebrada de la malla UTM de un km².

En la (Figura 1 del anexo) se muestra la distribución final de estratos en Navarra. El estrato denominado Forestal-Secano comprende principalmente zonas no agrícolas aunque tiene diseminadas parcelas cultivadas de secano

La selección de la muestra se basa en el muestreo sistemático de conglomerados de 10*10 km descrito por el MAPA y que utiliza la malla UTM de 1km².

Sobre el bloque generador se seleccionaron 10 celdas de 1 km² numeradas según su prioridad de forma que aplicando las tasas de muestreo para cada estrato, son o no seleccionadas.



De cada una de las celdas de 1 km² (100 ha) seleccionadas se muestrean , únicamente, 49 ha partiendo del vértice inferior izquierdo. Esta fracción de celda es lo que denominamos segmento.

Las tasas de muestreo utilizadas según estratos fueron:

Estrato No Cerealista:	1,5%
Estratos Secano y Forestal/Secano:	3%
Estrato Regadío:	5%

MUESTREO DE SEGMENTOS EN CAMPO

Para la realización del trabajo de campo de cada segmento seleccionado se adjunta información topográfica E 1:50.000 (Figura

2), catastral (Figura 3)) a E 1:5.000 y ortofoto (Figura 4) a E 1:5.000.

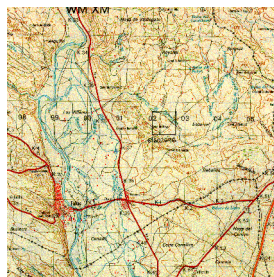


Figura 2.- Mapa topográfico

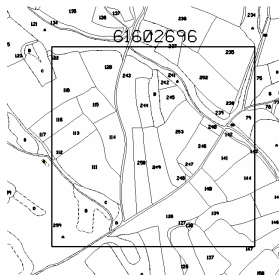


Figura 3.- Catastro



Figura 4.- Ortofoto

El trabajo de campo consiste en la identificación de los diferentes cultivos o usos que contiene el segmento, así como su representación y codificación sobre un poliester para proceder a su posterior digitalización.

La visita de campo se realiza en el mes de junio, con el cereal ya en el campo y el girasol y el maíz ya sembrado. No obstante en algunas zonas de regadío con dos cultivos anuales se realizan dos visitas.

DIGITALIZACIÓN

El proceso de digitalización permite:

- Obtener a partir de los datos de campo la información alfanumérica necesaria para el posterior tratamiento estadístico y cálculo de resultados.
- Georeferenciar la información de campo dotándola de coordenadas para el uso posterior de la misma en cualquier GIS o software de tratamiento de imágenes.

ESTIMACIÓN POR EXPANSIÓN DIRECTA

A partir de la información de campo y utilizando el estimador correspondiente al muestreo aleatorio estratificado (Cochran, 1977), se obtienen las primeras estimaciones de superficie.

La principal característica de la estimación obtenida por expansión directa es que, al utilizar únicamente los datos obtenidos a partir del trabajo de campo, permite disponer tempranamente de información sobre la superficie ocupada por cada uso o cultivo.

El principal inconveniente es la precisión de estas estimaciones, que es proporcional a la superficie ocupada por un determinado cultivo y a su distribución en el territorio.

TELEDETECCIÓN

Con el fin de obtener una mayor precisión en las estimaciones de superficies, y además, poder localizar a gran escala la distribución de los diferentes usos y cultivos dentro de la comunidad autónoma de Navarra, se procede a la utilización de imágenes de satélite.

Las imágenes que se utilizan son aquellas con menos cobertura nubosa dentro de las fechas disponibles para el estudio de cultivos sembrados en invierno (imagen de primavera) y para el estudio de cultivos sembrados en primavera (imagen de verano).

En concreto en el año 1996 se utilizaron imágenes LANDSAT V TM de las fechas 24 de Mayo (Figura 5 del anexo) y 11 de Julio (Figura 6 del anexo). Hasta el momento se han utilizado imágenes de satélite ópticos

principalmente LANDSAT V TM e IRS-1C LISS III.

La información digitalizada se superpone a las imágenes de satélite permitiéndonos analizar el comportamiento de los cultivos y generar áreas de entrenamiento.

Se obtienen firmas espectrales tanto de los cultivos de interés como de aquellos que ayuden a su mejor discriminación.

Con esta información se procede a la clasificación dentro de los estratos y las comarcas agrarias de cada uno de los cultivos o usos caracterizados.

Se realiza una clasificación supervisada de máxima probabilidad con agrupadores de contexto. Para obtener mejores resultados se utiliza para clasificar información respecto a la probabilidad "a priori" de los diferentes usos a clasificar.

La clasificación se realiza para cada comarca utilizando todas las bandas excepto la térmica.

Se realiza una clasificación solo con la imagen de primavera, otra solo con la imagen de verano y otra multitemporal.

Este proceso de clasificación se realiza de forma iterativa hasta obtener la clasificación que mejor se ajuste a la realidad.

Una vez dada por válida la clasificación, se obtienen resultados de clasificación por segmento y para el total de la comarca/estrato. En la (Figura 7 del anexo) se muestra la clasificación en detalle de la Comarca VII.

Con estos datos se procede a los cálculos por regresión que utilizan la expresión:

$$Y_{\text{reg}} = Y_{\text{exp}} + b + (X_{\text{tot}} - x_{\text{seg}})$$

Donde:

Y_{reg} : Superficie media del cultivo por Regresión

Y_{exp} : Superficie media del cultivo por Expansión directa

b : coeficiente de X

X_{tot} : Superficie media del cultivo en el total clasificado

x_{seg} : Superficie media clasificada en los segmentos

Los resultados obtenidos en Navarra para la campaña agrícola de 1995-96 se muestran en la tabla siguiente:

Cultivo	Superficie (ha)		C.V.		E.R.
	ED	RG	ED	RG	
SECANO					
Trigo	80.024	78.833	0.059	0.032	3.33
Cebada	97.901	93.209	0.052	0.022	5.30
Barbecho	66.861	64.755	0.057	0.034	2.84
Girasol	5.426	4.356	0.200	0.121	2.75
REGADÍO					
Trigo	5.959	6.006	0.129	0.012	4.69
Cebada	3.092	2.840	0.173	0.093	3.48
Barbecho	6.983	6.951	0.158	0.082	3.68
Girasol	40.693	40.422	0.144	0.112	1.65
Maíz	19.749	19.757	0.107	0.034	9.66

Tabla 1. – Resultados para Navarra año 1996

ED – Expansión directa

RG – Regresión

C.V. – Coeficiente de variación

ER – Eficiencia Relativa

Los resultados obtenidos tienen, en general una precisión aceptable, especialmente si se trata de cereales y barbecho en secano y trigo y maíz en regadío. Para el girasol y cultivos poco representados en el regadío (cebada y barbecho) disminuye ligeramente la precisión de las estimaciones.

CONCLUSIONES

El cumplimiento de los objetivos del proyecto, tanto a nivel de entrega de resultados como de precisión de las estimaciones hacen que el cliente se encuentre satisfecho con el trabajo desarrollado.

La metodología empleada está plenamente operativa desde el año 1991, año en que los datos obtenidos de esta forma fueron por primera vez oficiales.

Antes de esta fecha y desde 1987 se puso a punto la metodología realizando pruebas

piloto en áreas cada vez más extensas de Navarra.

Para mejorar la precisión de las estimaciones en los próximos años, se está llevando a cabo un proyecto piloto de reestratificación del territorio, a partir de los mapas de cultivos y aprovechamiento a escala 1:25.000.

La aplicación de esta nueva estratificación vectorial en la Comarca agraria V durante los años 1997 y 1998 ha obtenido mejoras importantes en cuanto a la precisión de las estimaciones de los cultivos más importantes.

Es, por tanto, previsible, que al aplicar la nueva estratificación en el resto de las comarcas de Navarra disminuyamos considerablemente los CV hasta ahora obtenidos y alcancemos ER aún mayores.

También se va a estudiar la utilidad que pueden tener las imágenes RADAR como alternativa a las imágenes de satélites ópticos y así no estar limitados y condicionados por la cobertura nubosa.

BIBLIOGRAFÍA

Cochran W.G. , 1977 Sampling techniques, 3rd ed. New York, Wiley

Cotter J., Nealon J., 1987, Area frame design for Agricultural Surveys., U.S. Dept. of Agriculture. Nat. Agr. Sta. Serv.

Fuentes M., Gallego F.J., 1994, Stratification and Cluster Estimator on an Area Frame by squared segments with an aligned sample. Proc. Conf. on Applied Statistics to Agriculture, pp 112-121, Kansas State Univ. Manhattan, Ks.

Gallego F.J., 1996, Sampling satellite images for area estimates in a large region. Proc. Conf. On Spatial Accuracy Assessment. Fort Collins, May 21-23, USDA Technical Report RM-GTR-277, pp. 509-516

Gallego F.J., Delincé J., Rueda C., 1993, Crop area estimates through remote sensing stability of the regression correction. Int J. Remote Sensing Vol 14, n.18, pp 3433-3445.