

UTILIZACION DIACRONICA DE ENCUESTAS DE CAMPO E IMAGENES DE SATELITE EN LA ESTIMACION DE SUPERFICIES CULTIVADAS POR EL METODO DE REGRESION

F. González - Alonso y J.M. Cuevas Gozalo

*Laboratorio de Teledetección. CIT-INIA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
Crta. de la Coruña km 7. 28040 Madrid. Tel. 3476828, Fax 3572293, Email
alonso@ccm.inia.es*

R. Arbiol Bertrán y X. Baulies Bochaca

*Servicio de Teledetección. ICC. Generalidad de Cataluña. Parc de Montjuïc. 08038
Barcelona. Tel. 93-4252900, Fax 93-4267442, Email arbiol@icc.es*

RESUMEN.- La estimación de superficies cultivadas por el método de regresión es una metodología que se considera operacional desde un punto de vista tecnológico y científico, aunque el elevado coste de las imágenes de satélite de alta resolución espacial puede imponer ciertas restricciones en su aplicación. La aplicación del método de regresión utilizando imágenes de satélite clasificadas que correspondan al año anterior al de realización de la encuesta de campo puede reducir sensiblemente los costes en la utilización de dicho método sin una pérdida apreciable en la precisión de la estimaciones de las superficies ocupadas por los grandes cultivos.

ABSTRACT.- The crop surface estimation by the regression method is a methodology considered operational from a technological and scientific point of view although the high cost of the satellite images of high spatial resolution can impose some restrictions in its application. The application of the regression method using classified satellite images of the year previous to the ground sample can reduce the costs of such method without a great loss in the accuracy of the surface estimation of the main crops.

1.- INTRODUCCION

La realización de estadísticas agrarias por métodos objetivos basados en un marco de área donde se implementa un diseño de muestreo en el campo, es un método ampliamente utilizado en la actualidad a nivel mundial (Gallego, 1995). La combinación de dicho esquema de muestreo en el campo con los resultados obtenidos en la clasificación de las imágenes de satélite de alta resolución espacial, más o menos coetáneas con la realización de la encuesta de campo, mediante la utilización del estimador de regresión (Cochran, 1977) mejora notablemente la precisión de la estimación de las superficies ocupadas por los cultivos y es una metodología que se ha utilizado profusamente en distintos continentes y regiones con diferentes condiciones agrarias (Allen y Hanuschak, 1988; Delince, 1990; González - Alonso et al., 1991).

Ahora bien, la utilización operacional del método de regresión en grandes regiones puede tener limitaciones debido al elevado coste de las imágenes de satélite de alta resolución espacial, especialmente las imágenes multiespectrales del sensor HRV del satélite SPOT.

Con el objetivo de reducir los costes a la hora de aplicar el estimador de regresión de forma operacional una estrategia interesante puede ser combinar los resultados de la encuesta de campo del año en curso con los resultados de la clasificación de la imagen del año anterior, de forma que no sea necesario clasificar el área en estudio todos los años en base a las imágenes de alta resolución espacial.

2.- METODOLOGIA Y RESULTADOS

La metodología básica para la realización de este trabajo se basa en el método de regresión aplicado a la estimación de superficies cultivadas (González - Alonso et al., 1991; González - Alonso y Cuevas, 1993a; González - Alonso y Cuevas, 1993b; González - Alonso et al., 1994).

Para realizar la estimación de superficies cultivadas por el método de regresión es necesario ajustar el modelo de regresión:

$$Y_i = b_0 + b_1 X_i \quad i = 1, n$$

Siendo:

n = El tamaño de la muestra o el número de segmentos encuestados y visitados en el campo
 Y_i = Porcentaje, determinado por digitalización, que ocupa el cultivo de interés en el segmento i

X_i = Porcentaje que ocupa el cultivo de interés en el segmento i , calculado a partir de la clasificación de la imagen de satélite

b_0, b_1 = Coeficientes de regresión simple

Si denominamos \bar{Y} y \bar{X} a las medias muestrales de Y_i y X_i , la superficie total ocupada por el cultivo de interés será:

$$T_{reg} = D\bar{Y}_{reg}$$

Siendo:

$$\bar{Y}_{reg} = \bar{Y} + b_1(\bar{X}_{pob} - \bar{x})$$

b_1 = Coeficiente de regresión simple

\bar{X}_{pob} = Proporción poblacional obtenida para el cultivo de interés a partir de la clasificación de todos los píxeles de la imagen de satélite comprendidos en el área en estudio

En estas condiciones:

$$V(T_{reg}) = V(T)(1 - r^2)$$

Siendo r el coeficiente de correlación simple entre Y y X

Lógicamente cuanto mayor sea el valor de r menor será la varianza de la estimación por regresión de la superficie total de un determinado cultivo.

Se denomina Eficiencia Relativa (ER) al cociente:

$$ER = V(T)/V(T_{reg}) = 1/(1-r^2)$$

El interés del estimador por regresión consiste en corregir la estimación de la media poblacional de la variable Y , conocida a partir de una muestra de tamaño n (la encuesta de campo), mediante el empleo de una variable auxiliar X (deducida de la clasificación de la

imagen de satélite) que es conocida para el conjunto de los N elementos que componen la población (la imagen entera) y que tiene un cierto grado de correlación lineal con la variable de interés Y.

La variable auxiliar X puede ser "cualquier variable". En la aplicación tradicional del método de regresión en este contexto, la variable X se deduce de la clasificación de una imagen de satélite más o menos de la misma fecha en la que se realizó la encuesta de campo, pero si la estructura de la utilización del territorio y el tipo de cultivos presentes en la zona no han sufrido modificaciones muy drásticas puede pensarse en utilizar los resultados de clasificación de la imagen del año anterior, o de dos o tres años antes si están disponibles.

De esta forma no sería necesario adquirir todos los años la cobertura completa de las imágenes de satélite para el área en estudio, reduciéndose en consecuencia de forma importante los costes implicados en la utilización del método de regresión de forma operacional en regiones extensas.

En estas condiciones el estimador diacrónico de la media de regresión para el año 1994 será:

$$\bar{Y}_{reg,94} = \bar{Y}_{94} + b_1(\bar{X}_{93} - \bar{x}_{93})$$

Siendo \bar{X}_{93} y \bar{x}_{93} determinados a partir de la clasificación de la imagen de satélite correspondiente al año 1993 si es que tomamos dichos años como ejemplo.

El área piloto en la que se ha ensayado la metodología propuesta corresponde al conjunto de los estratos 1 (herbáceo irrigado) y 2 (herbáceo no irrigado) de la provincia de Lleida y se han utilizado las encuestas e imágenes de satélite Landsat TM correspondientes a los años 1993 y 1994.

La superficie estudiada comprende 293.511 ha y la muestra de campo la han constituido 54 segmentos cuadrados de 49 ha cada uno. La intensidad de muestreo ha sido aproximadamente el 1 % del territorio.

Para analizar los resultados que produce la metodología propuesta se ha escogido el cultivo más representado en el área en estudio que es la cebada y que según la clasificación de las imágenes de satélite ocupaba el 39,44 % del área en estudio en 1993 y el 44,33 % en 1994. En la Tabla I se presentan los resultados obtenidos al realizar la estimación de la superficie de cebada por el método de expansión directa (utilizando sólo la encuesta de campo de 1994), por el método de regresión convencional (utilizando la encuesta de campo de 1994 y la clasificación de la imagen de satélite de 1994) y por el método de regresión diacrónica propuesto (utilizando la encuesta de campo de 1994 y la clasificación de la imagen de satélite de 1993).

Según se desprende de la Tabla I al utilizar cualquiera de los dos métodos de regresión se ha producido una reducción en la varianza de la estimación muy parecida y los coeficientes de variación son en consecuencia muy similares, si bien la estimación realizada con el método de regresión convencional es un poco más precisa, 4,09 % frente a 4,39 %.

En lo que respecta a la eficiencia relativa el método de regresión convencional también presenta una mejor eficiencia que el estimador de regresión diacrónico (9,60 frente a 9,26), pero dicha diferencia es muy pequeña.

Así pues, al utilizar la encuesta de campo de 1994 en combinación con los resultados de clasificación de la imagen de 1993 obtenemos una reducción de 9,26 veces en la varianza de la estimación de la superficie de cebada sin coste adicional alguno, pues la imagen de 1993 ya había sido previamente adquirida y clasificada.

	Total (ha)	Desv. típica	C.V.	R ²	E.R.
Expansión directa (94)	113.235	13.576	11,98		
Regresión (94)	107.045	4.379	4,09	0,895	9,60
Regresión diacrónica (93)	101.550	4.460	4,39	0,892	9,26

Tabla I.-Resultados obtenidos con los diferentes métodos de estimación para la cebada

3.- CONCLUSION

Del desarrollo del presente estudio se deduce como conclusión que en aquellas áreas donde la estructura de utilización del territorio y el tipo de cultivos no sufren modificaciones drásticas de un año para otro, la estrategia de utilizar imágenes de satélite clasificadas correspondientes al año anterior al de realización de la encuesta de campo, cuando se emplea el estimador de regresión, puede permitir obtener reducciones en la varianza de la estimación de las superficies del mismo orden a las que se obtendrían al emplear imágenes de satélite coetáneas con dicha encuesta. Con la gran ventaja de eliminar la necesidad de adquirir las imágenes de satélite todos los años. Produciéndose, en consecuencia, reducciones muy notables en los costes implicados en la utilización del método de regresión en la estimación de superficies cultivadas.

4.- REFERENCIAS

- Allen, J. D. and Hanuschack, G. D. 1988. The remote sensing applications program of the National Agricultural Statistics Service: 1980 - 1987. NASS Staff Report SRB-88-08, Washington, D. C.
- Cochran, W. G. 1977. *Sampling Techniques*. Willey. New York.
- Delince, J. 1990. Un premier bilan de l'action 1 "Inventaires Regionaux" du project agriculture après deux années d'activité. En *Proceedings of the Application of Remote Sensing to Agricultural Statistics*. Joint Research Center. European Commission. EUR 12581 EN. pp. 53-58.
- Gallego, F. J. 1995. Sampling frames of square segments. Joint Research Centre. European Comission. EUR 16317EN. 68 pags.
- González - Alonso, F., López, S. and Cuevas, J. M. 1991. Comparing two methodologies for crop area estimation in Spain using Landsat TM images and ground-gathered data. *Remote Sensing of Environment*. 35: 29-35.
- González - Alonso, F. and Cuevas, J. M. 1993a. Comparing Landsat TM and MSS images for crop area estimation in Spain. En *12th EARSeL Symposium, Remote for Monitoring the Changing Environment of Europe*. pp 219-221.
- González - Alonso, F. and Cuevas, J. M. 1993b. Remote Sensing and agricultural statistics: crop area estimation through regression estimators and confusion matrices. *International Journal of Remote Sensing*. 14: 1215-1219.
- González - Alonso, F., Cuevas, J. M. y Arbiol, R. 1994. Estimación de superficies cultivadas mediante imágenes de satélite y estimadores de regresión múltiple. Aplicación en Navarra y Lleida. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales*, 9(2): 273-280.