

## **CAPITULO 3**

### **Presentación del problema de aplicación**

#### **3.1. Descripción**

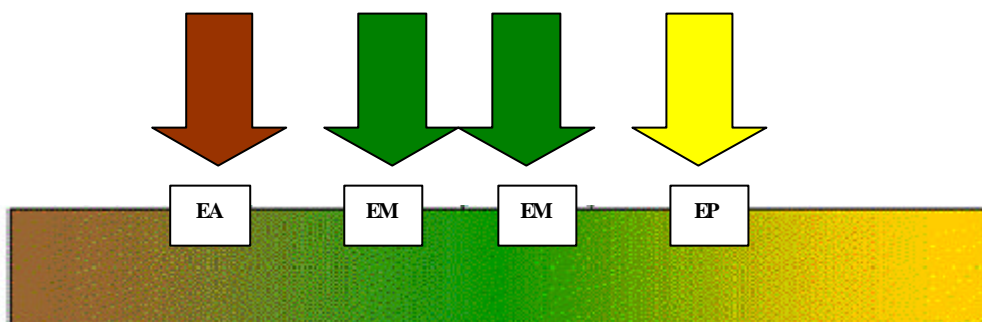
Para llevar a cabo los objetivos de esta tesis, la propuesta aquí planteada es la de realizar un trabajo sobre un área geográfica particular, para monitorear regiones cultivadas y distinguir entre distintas clases de cultivos. Esto es importante dado que permite estimar la cantidad de áreas sembradas con cada de tipo cultivo y se podría analizar la evolución de los mismos. Además, estas estadísticas son útiles a la hora de prever la producción que se obtendrá.

El presente proyecto está sustentado por la experiencia y trabajo realizado en una región de los Estados Unidos (Holdrege-Nebraska) por un grupo integrado por PRA (Photon Research Associates, Inc.), el cual cuenta con el apoyo de Kestrel Corporation, Positive Systems, Inc., NASA – Stennis Space Center, University of Nebraska (Lincoln), Center for Advanced Land Management Information Technologies (UNL/CALMIT) y AgTracks, Inc. Los mismos realizan un estudio del estrés de los cultivos propios de la región, mediante la adquisición de imágenes multiespectrales e hiperespectrales obtenidas realizando vuelos en aviones sobre la zona de interés (**Proyecto Verde**). Además trabajan con un conjunto de datos reales del suelo, entre los que se tienen medidas espectro-radiométricas, observaciones globales de agrónomos entrenados, datos meteorológicos, etc. [www4].

Esta región se caracteriza por su riqueza agrícola, en especial, por el crecimiento de cultivos tales como soja, maíz, sorgo, alfalfa y trigo.

En 1998, el grupo de PRA realizó un trabajo de investigación en Nebraska. Se tomó información sobre 29 campos (3600 acres), seleccionados por agrónomos de Agtracks y se realizó un experimento durante 11 días. Actualmente continúan

trabajando y analizando los campos de la región, realizando adquisiciones en 4 etapas de la evolución de los cultivos (**Figura 3.1**) [Pra98].



**Figura 3.1 -**  
EA- Estación Anterior (Principios de Mayo)  
EM- Estación Media (Junio/Julio) – (Fines de Julio/Agosto)  
EP- Estación Posterior (Mitad de Agosto)

### 3.2. Material de trabajo

Las imágenes que se utilizan en el presente trabajo y los datos reales de suelo forman parte del material obtenido en 1998 por este equipo.

Se trata de imágenes hiperespectrales obtenidas utilizando un sensor “Compact Airborne Spectrographic Imager” (*casi*) provisto por la empresa ITRES Research Limited [www17]. Se tienen tanto datos de 1m como de 2m recolectados por este sensor.

También se dispone de imágenes aéreas multiespectrales recolectadas con el sensor ADAR 5500, todas de resolución de 2m, con excepción de la imagen Mead231 que tiene resolución de 1 metro.

A continuación se resumen más específicamente las imágenes con las que se trabaja:

#### Datos de *casi* HSI

Convención para el nombre: las dos primeras letras corresponden a la resolución de los datos de la imagen. Las siguientes se refieren al mes y día, seguidos del nombre del área de interés por la que se adquirió la imagen. La ‘g’ indica que el archivo de pixeles ha sido geocodificado.

Ej: 1m0809bug1g.pix = resolución de 1 m, 09 Agosto 1998.

*Estas imágenes son las que se utilizan para la clasificación y la evaluación de la “performance”.*

#### Características de las imágenes:

Se dispone de cuatro (4) archivos geocorregidos *casi*, que fueron calibrados de modo espacial.

Día de adquisición: Agosto 09, 1998

Formato de los datos: 16 bits entero sin signo, formato PCI “Band Interleaved by Pixel” (BIP).

Sistema de Coordenadas: las imágenes fueron geocorregidas a coordenadas UTM\* (Universal Transversal Mercator) (zona14)

Tabla 3.1 a - Tabla de resumen

Nombre archivo *.pix	Dimensiones pixeles , líneas, bandas	Tamaño (Mb)	Hora (GMT)	Res (m)	Altitud (pies sobre el nivel del mar)
1m0809bug1g	2905x599x10	35	16:15	1 x 1	3340
1m0809bug2g	4420x613x10	54	16:20	1 x 1	3340
1m0809corng	598x4446x10	55	16:02	1 x 1	3340
1m0809rotg	3041x612x10	37	17:05	1 x 1	3340

b)

Coordenadas del vértice Noroeste, Zona 14 UTM		
Archivo *.pix	Este	Norte
1m0809bug1g	708651	4560072
1m0809bug2g	709104	4560026
1m0809corng	715536	4564841
1m0809rotg	712459	4560526

c)

Coordenadas del vértice sudeste, Zona 14 UTM		
Archivo *.pix	Este	Norte
1m0809bug1g	711556	4559473
1m0809bug2g	713524	4559413
1m0809corng	716134	4560395
1m0809rotg	715500	4559914

Tabla 3.2 -Conjunto de bandas espaciales *Casi* (PRA98.CCF)

1m0809bug1g.pix	[S 10PIC 2905P 599L]
1 [16U] 431.1nm /- 19.0nm (rows 268-287)	18-Aug-98
2 [16U] 463.5nm /- 12.6nm (rows 254-266)	18-Aug-98
3 [16U] 580.4nm /- 10.0nm (rows 193-202)	18-Aug-98
4 [16U] 610.6nm /- 8.1nm (rows 178-185)	18-Aug-98
5 [16U] 676.2nm /- 7.2nm (rows 144-150)	18-Aug-98
6 [16U] 695.2nm /- 7.2nm (rows 134-140)	18-Aug-98
7 [16U] 720.0nm /- 5.3nm (rows 122-126)	18-Aug-98
8 [16U] 760.2nm /- 5.3nm (rows 101-105)	18-Aug-98
9 [16U] 819.6nm /- 5.3nm (rows 70-74)	18-Aug-98
10 [16U] 951.0nm /- 6.3nm (rows 1-6)	18-Aug-98

\* Se refiere al istema "Universal Transversal Mercator", el cual es básicamente un sistema de coordenadas de cuadrícula (coordenadas planas) que cubre todo el globo terrestre y que lo emplea generalmente el Ejército de los Estados Unidos y la Agencia Cartográfica de Defensa de ese país.

### **Datos ADAR5500 MSI**

Convención para los nombres: los nombres de los archivos son creados usando el identificador de PRA: Año, mes, día, línea de vuelo, y número de secuencia de la escena. Las imágenes fueron tomadas en una línea de vuelo este-oeste.

- Mead132 Mayo 12, 1998 (2m) Parcialmente oscurecida por una cobertura de nubes.
- Mead167 Junio 16, 1998 (2m) Tiene una línea de vuelo incorrecta centrada aproximadamente 1 milla al norte del borde de “Agricultural Research and Development Center” (ARDC)
- Mead170 Junio 19, 1998 (2m) Datos buenos.
- Mead177 Junio 26, 1998 (2m) Datos buenos.
- Mead201 Julio 20, 1998 (2m) Datos buenos
- Mead209 Julio 28, 1998 (1m) Un sólo cuadro
- Mead229 Agosto 17, 1998 (2m). Datos buenos
- Mead231 Agosto 19, 1998 (1m). Escenas que fueron disparadas manualmente a través del centro de ARDC continuando aproximadamente 3 millas más allá del borde este

*Las imágenes Mead mencionadas anteriormente fueron usadas como datos de referencia.*

### **ADAR System 5500, 4-B Multiespectrales**

- Basado en “Charged Couple Device” (CCD)
- Trabaja con bandas espectrales 450/540, 520/600, 610/690 y 780/1000 (aproximan las bandas 1, 2, 3, 4 del Landsat TM)
- Altitud de adquisición a 4800 por encima del nivel del suelo

- Resolución del pixel: 2 metros
- Arreglo de la escena de 200 x 680 píxeles
- Área de cobertura de la escena ~ 140 acres
- Distribución en formato de imagen ENVI
- Los datos auxiliares que se incluyen son latitud, longitud, altitud, día y hora de la imagen adquirida

### Medidas reales sobre suelo

Se cuenta con información obtenida para el mismo día de la toma de las imágenes, ésta fue utilizada para investigaciones de seguimiento de la evolución de los cultivos de maíz, entre otras cosas.

El primer objetivo de la recolección de datos espectro radiométricos fue verificar los espectros obtenidos con el “Hyperspectral imager”.

### 3.3. Mapa del área de estudio

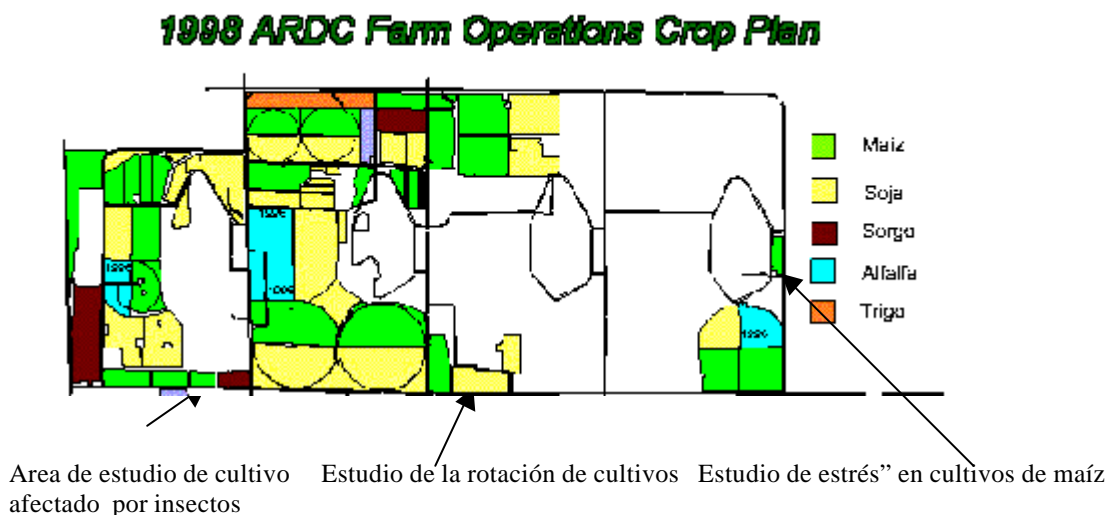


Figura 3.2 – Mapa del área de trabajo con referencia a los distintos estudios que se realizaron sobre la región

### **3.4. Metodología propuesta**

Se evalúa el método de razonamiento evidencial dinámico, trabajando con 3 clases de cultivo: sorgo, soja, y maíz. Además se permite distinguir elementos que no corresponden a vegetación y aparecen en las imágenes, en este caso se identifican las rutas.

Se tiene información sobre qué partes de la imagen corresponden a estos cultivos, en base a estudios de campo realizados en la región y al conocimiento previo disponible (información de las organizaciones antes mencionadas).

Se debe destacar que los cultivos se encuentran en etapa de crecimiento para el mes de agosto (día de adquisición de los datos). Se muestra a continuación, en la **Figura 3.3**, una imagen con el estado del cultivo de maíz para la fecha:



**Figura 3.3 - Imagen de Cultivo de Maíz - Agosto 9, 1998**

El alto de las plantas es de 80 pulgadas y su etapa de desarrollo es de aproximadamente 24-28 días después de la maduración.

Dividimos el trabajo en tres etapas:

#### **► Etapa A: Entrenamiento**

En esta etapa se toman muestras representativas para cada clase con la que se trabaja (en este caso se trabajó con 15 muestras iniciales representativas por clase, según lo

sugiere la literatura que recomienda trabajar con una cantidad de muestras al menos igual a la cantidad de bandas de la imagen) [Jen96].

El entrenamiento se realiza de la siguiente manera: se marcan los píxeles pertenecientes a cada clase y se toma su firma espectral, utilizando esta firma se consideran como fuentes de información a las diferencias normalizadas entre pares de bandas consecutivas (es decir se tienen 9 fuentes que dan información relacionada a la firma espectral de la muestra). Para cada muestra también se calculan ciertos rasgos de textura. Estos son la media, el “skewness” (referido a la simetría), el rango y la desviación estándar, que también actuarán como fuentes de información (ver **capítulo 2 sección 8**). Para calcular estos valores indicativos de textura se trabaja con una ventana de 3x3. Las estadísticas seleccionadas son de primer orden, y dan una idea de la textura de la clase. La información espacial se obtiene para una sola banda (centrada en los 760nm).

Se hace el entrenamiento con las muestras de acuerdo al método en particular. Se establece además un conjunto de muestras de entrenamiento para utilizar en el proceso de aprendizaje. Esto se realiza marcando regiones rectangulares en la imagen y presentando al clasificador el grupo de muestras de entrenamiento que posee cada una de dichas regiones. Existe una región representativa por cada clase de entrada, y se trabajó con aproximadamente 7 regiones para cada clase, cada una de las cuales presenta un conjunto de muestras que son los píxeles que las componen. De esta forma, el clasificador evalúa de acuerdo al indicador Khat si es preciso modificar el conocimiento que se tiene hasta el momento o no. Esto se explicará más detalladamente en el **capítulo 5**.

#### ► *Etapa B: Clasificación*

Se realizaron pruebas posteriores al proceso de entrenamiento, trabajando con distintas reglas de decisión y comparando su respuesta respecto de la presentada por RED. También se probaron distintas alternativas para utilizar como fuentes de información para el método.



► ***Etapa C: Evaluación de resultados***

Se analizan los resultados por medio del indicador Khat y la matriz de confusión. Se comparan dichos resultados.

El software utilizado para llevar a cabo este trabajo es ENVI + IDL [www18], el mismo permitió desarrollar el clasificador propuesto. ENVI (the Environment for Visualizing Images) es un sistema de procesamiento de imágenes revolucionario. Fue diseñado para direccionar las necesidades específicas de los que utilizan datos de sensado remoto. Provee visualización de datos y análisis de imágenes de cualquier tamaño y tipo.

ENVI utiliza un formato de datos “raster” que consiste de un "archivo binario plano" y tiene asociada una cabecera ASCII. Este enfoque permite un uso flexible de casi cualquier formato de imagen, incluyendo aquellos que tienen la información de cabecera embebida. La cabecera da información sobre las dimensiones de la imagen, de la cabecera interna si la tiene, del formato de los datos y otra información pertinente.

Los datos “raster” se guardan en un flujo binario de bytes ya sea en formato: “band sequential” (BSQ), “band interleaved by pixel” (BIP), o “band interleaved by line” (BIL). En su forma más simple, los datos están en formato BSQ, con cada línea de datos seguida inmediatamente por la siguiente línea en la misma banda espectral. Este formato es óptimo para el acceso espacial (X, Y) de cualquier parte de una banda espectral simple. Las imágenes guardadas en formato BIP tienen el primer pixel para todas las bandas en orden secuencial, seguido del segundo pixel para todas las bandas, seguido por el tercer pixel para todas las bandas y así continuando. Esto provee una “performance” óptima para el acceso espectral (Z) de los datos de imagen. Las imágenes almacenadas en formato BIL tienen la primer línea de la primera banda seguida de la primer línea de la segunda banda, luego la primer línea de la tercer banda y así continuando. De esta forma, se tiene un compromiso en la “performance” entre procesamiento espacial y espectral [Jen96][www18].

### **3.5. Conclusiones del capítulo**

En este capítulo se presenta la aplicación práctica en la que se introduce el método propuesto. Se trata de un análisis de los cultivos de la región de Nebraska, ubicada en el sur de los Estados Unidos. Se utilizan imágenes hiperespectrales obtenidas con el sensor *CASI*, para el mes de agosto de 1998. Además se posee información auxiliar provista por agrónomos entrenados.

Se describen las imágenes y el material que se utiliza en la investigación, así como también la metodología propuesta para el trabajo. Se indican las fuentes de información que se emplean en la clasificación.

Este material tiene el fin de permitir realizar clasificaciones de distintas clases de cultivos para evaluar la ‘performance’ del razonamiento evidencial dinámico y destacar su conveniencia respecto de otros clasificadores. ◆