



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Trabajo Final de Graduación Modalidad Pasantía

ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES Y DIGITALIZACIÓN DE COBERTURAS Y USOS DE LAS TIERRAS

Alumno: Romachevsky, Sacha Daniel

Asesor: Ing. Agr. (MSc.) Ditmar Kurtz

Tribunal evaluador:

Ing. Agr. Gustavo Antonio Gerzel
Ing. Agr. Claudio Marcos Davalos
Ing. Agr. Silvia Amanda Arzuaga

Año 2016

Introducción

En argentina, al igual que en otros países de la región, se ha dado una expansión del área agrícola destinada a distintos cultivos (Viglizzo 2010). Los cambios de uso del suelo son frecuentes y cada vez más acelerados. También en el NEA han ocurrido algunos cambios, si bien no tan profundos como en el NOA, pero en los últimos años ha habido un incremento importante de la superficie destinada a forestación y otros cultivos anuales. Por ejemplo en la provincia de Corrientes el arroz pasó de 67.023 hectáreas cosechadas en la campaña 1996-1997 (Ligier et al.1998) a 97.022 hectáreas cosechadas en la campaña 2014-2015 (ACPA 2015). Hoy Corrientes produce el 50% del arroz argentino y del total de exportaciones de la provincia el arroz aporta más del 50% (ACPA 2015). Es por esta razón que existe la necesidad de conocer cada vez con más precisión la superficie ocupada y la distribución de las diferentes actividades agropecuarias tanto a nivel regional como predial, para poder planificar, tomar decisiones, reducir la incertidumbre y mejorar la asignación de recursos privados y estatales (Paruelo et al. 2004). Esta información sobre usos del suelo es útil para entes gubernamentales, productores, empresas proveedoras de insumos, agencias de seguros, organizaciones no gubernamentales vinculadas a la producción o conservación de recursos, etc.

Hay distintas maneras de obtener estos datos, en general se derivan de encuestas o censos, pero para que resulten confiables deben basarse en una metodología debidamente documentada, reproducible en el espacio y en el tiempo, independiente del observador, y evaluable de manera cuantitativa.

Las encuestas y los censos son sumamente útiles, pero exigen gran labor de campo, extensas horas de recopilación de datos, lo que los hace muy exactos, pero realmente muy costosos.

Por otro lado la clasificación del uso de la tierra es una de las aplicaciones más extendidas de los sensores remotos. En la actualidad el uso de imágenes satelitales y programas especiales permiten elaborar sistemas de información geográfica que facilitan la superposición de los distintos tipos de cobertura del suelo, con posibilidad de analizar los cambios estacionales e incluso discriminación por tipo de cultivos, pudiendo además estimar las superficies agrícolas, contemplando los cambios que puedan producirse en el tiempo (Ligier et al. 2001).

Para la elaboración de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se pueden utilizar por ejemplo fotos aéreas o imágenes satelitales de baja o alta resolución espacial. Aunque para el seguimiento de cultivos los más utilizados han sido los productos de los sensores Thematic Mapper (TM) y Multi Spectral Scanner (MSS) a bordo de satélites de la serie LANDSAT (Chuvienco, 2002). El uso de estos satélites se debe a su alta resolución espacial, relativamente buena resolución temporal ya que la frecuencia de revisita es de 16 días y además

como fuente de datos históricos, ya que esta serie de satélites comenzó a funcionar en la década del 70, permitiendo obtener imágenes de más de 30 años.

Características de las imágenes LANDSAT

Los satélites LANDSAT son sensores pasivos en los cuales la energía utilizada proviene del sol, esta se propaga a través de la atmósfera hasta incidir en la superficie terrestre, luego se retransmite a través de la atmósfera y los sensores la detectan. El sensor genera datos en forma de imágenes satelitales, que son representaciones digitales de la tierra. Cuando la energía electromagnética incide en la superficie terrestre interactúa con los elementos del terreno, así la proporción de energía transmitida, reflejada y absorbida varía con los diferentes materiales que componen la superficie de la tierra. La diferenciación de cultivos a través de la interpretación de las imágenes satelitales se basa en la distinta respuesta espectral que producen por sus características propias, siendo más o menos fácil de identificar, dependiendo de varios factores como la estructura foliar, el estado general del cultivo, entre otros (Castaño y Quintanilla 1999). Actualmente se hallan en órbita y funcionando el LANDSAT 7 y el LANDSAT 8.

Características del satélite Landsat 8

Este satélite entró en órbita el 11 de febrero de 2013 y opera desde el 30 de mayo del mismo año, aunque el programa Landsat es controlado por la NASA, es el servicio geológico de Estados Unidos (USGS) quien se encarga del control de estos satélites, la generación y el almacenamiento de los datos, etc. Las imágenes Landsat se pueden obtener en forma gratuita. El Landsat 8 lleva a bordo dos instrumentos fundamentales:

Operational land imager (OLI): Sensor que capta el espectro visible, infrarrojo cercano e infrarrojo de onda corta. Tiene una resolución de 15 metros en pancromático y de 30 m en multiespectral.

Thermal Infrared Sensor (TIRS): Sensor que mide la temperatura de la superficie terrestre mediante dos bandas del infrarrojo térmico. Los datos generados por este sensor tienen una resolución de 100 m.

Tiene un total de 11 bandas, 9 para el OLI y 2 para TIRS.

(Adaptado de Mappingandco 2015. Un-spider 2015).

Características del satélite Landsat 7

Fue lanzado el 15 de abril de 1999. Tiene 2 sensores, Thematic Mapper (TM) y Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+). Este presenta algunas mejoras frente al TM, por ejemplo una banda pancromática de 15m de resolución y mayor resolución de las bandas infrarrojas térmicas.

(Adaptado de Efn 2015).

Tabla N° 1. Comparación de Bandas, rango espectral de cada banda y resolución de los satélites Landsat 7 y Landsat 8*.

Landsat 7			Landsat 8		
Banda	Rango espectral (um)	Resolución (m)	Banda	Rango espectral (um)	Resolución (m)
1 Azul	0,45-0,52	30	1 Aerosol costero	0,43-0,45	30
2 Verde	0,52-0,60	30	2 Azul	0,45-0,51	30
3 Rojo	0,63-0,69	30	3 Verde	0,53-0,59	30
4 Infrarrojo cercano	0,77-0,90	30	4 Rojo	0,64-0,67	30
5 SWIR 1	1,55-1,75	30	5 Infrarrojo cercano	0,85-0,88	30
7 SWIR 2	2,09-2,35	30	6 SWIR** 1	1,57-1,65	30
8 Pan	0,52-0,90	15	7 SWIR 2	2,11-2,29	30
			8 Pan	0,50-0,68	15
			9 Cirrus	1,36-1,38	30
6 TIR	10,40-12,50	30/60	10 TIRS 1	10,60-11,19	100
			11 TIRS 2	11,5-11,51	100

*Tomado y modificado de Scantherma 2015.

**SWIR: Infrarrojo de onda corta.

Tabla N°2. Comparación de altitud nominal, inclinación, resolución radiométrica, ancho de barrido, tiempo de revisita y sensores de los satélites Landsat 7 y Landsat 8*.

Características	Landsat 8	Landsat 7
Altitud nominal	705 km	705 km
Inclinación	98,2°	98,2°
Resolución radiométrica	12 bits	8 bits
Ancho de barrido	180 km	180 km
Tiempo de revisita	16 días	16 días
Sensores	OLI y TIRS	MSS, TM, ETM+

*Tomado y modificado de Sigyteledeteccion 2015.

Aunque los satélites LANDSAT 7 y LANDSAT 8 son lógicamente diferentes, al compararlos poseen muchas características en común, por lo cual se puede trabajar con imágenes provenientes de ambos satélites al mismo tiempo sin inconvenientes. Por ejemplo realizar una digitalización utilizando imágenes de LANDSAT 7 y de LANDSAT 8.

Con el trabajo realizado se generó un SIG de 10 arroceras, el cual contiene datos de departamento en que se encuentran: el nombre de la empresa, los lotes, los sub-lotes, el área de cada lote, todo con la correspondiente ubicación geográfica.

Esta pasantía colaboró con el proyecto “Análisis conjunto de datos comerciales de arroz con enfoque Big-Data, CIAT-INTA-CREA-FLAR, con base en los datos de productores de la provincia de Corrientes – Argentina” digitalizando parte del área ocupada por arroz en distintos lugares de la provincia de Corrientes. También se digitalizaron las superficies cultivadas con cítricos y forestales en el departamento de Monte Caseros.

Objetivo general

Adquirir experiencia profesional y conocimientos sobre la interpretación visual de imágenes satelitales y los sistemas de información geográfica (SIG).

Objetivos específicos

Aprender a utilizar distintas versiones del programa Quantum GIS.

Adquirir experiencia en la interpretación visual de imágenes satelitales.

Digitalizar coberturas de uso de la tierra:

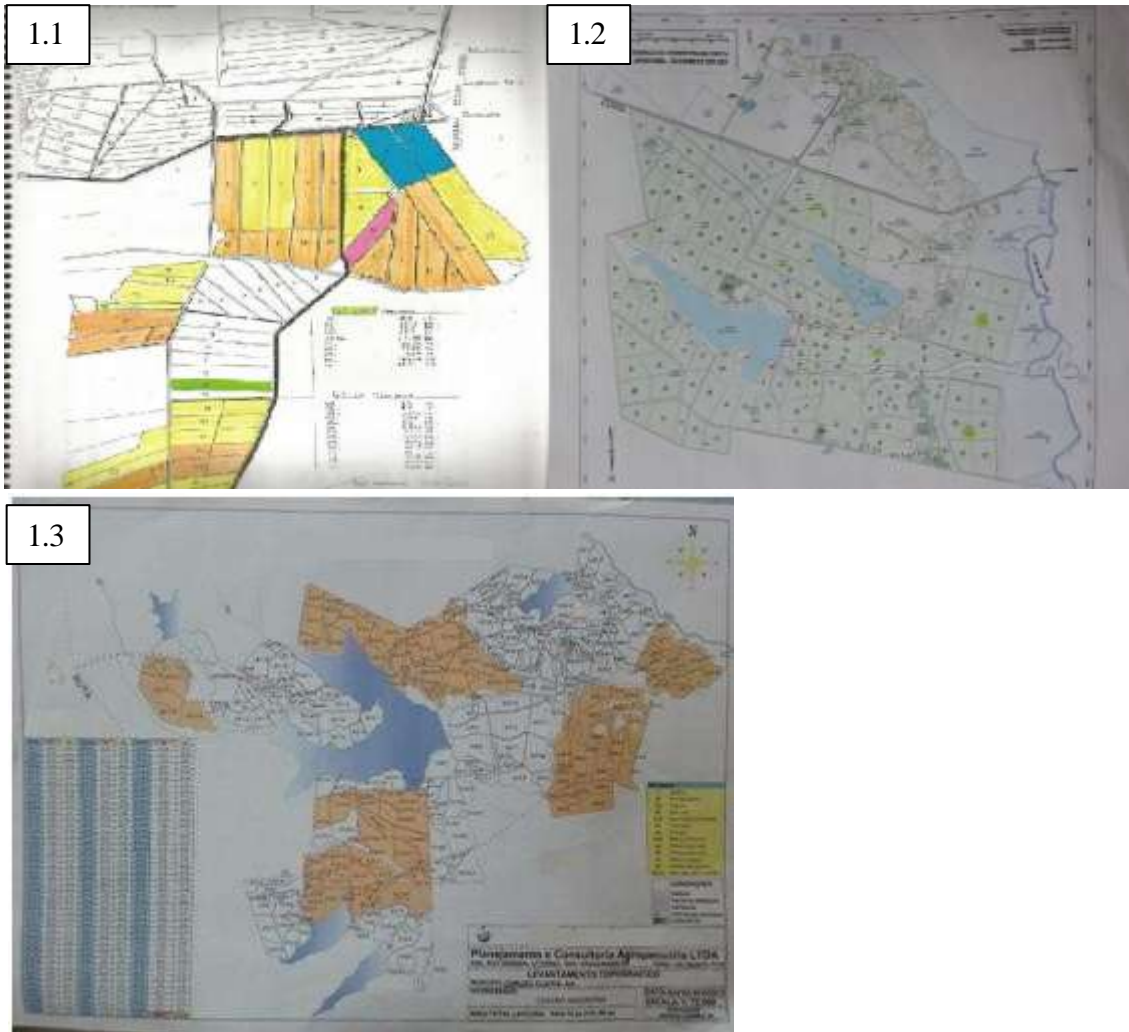
- 1- arroz en los departamentos Berón de Astrada, Curuzú Cuatiá, Mercedes, Paso de los Libres y San Martín de la provincia de Corrientes.
- 2- arroz, citrus, pasturas y forestales en el departamento Monte Caseros de la provincia de Corrientes.

Lugar de trabajo

El trabajo se realizó en la EEA INTA Corrientes (departamento Empedrado), Grupo Recursos Naturales, específicamente en el laboratorio de teledetección-SIG.

Materiales y métodos

Utilizando las imágenes satelitales y mediante planos de las arroceras se procedió a la identificación y digitalización de usos de los suelos. Se recibieron en total 10 planos de distintas arroceras, en las figuras siguientes se ven algunos ejemplos de los planos recibidos (Figura 1.1 a la 1.3).



Figuras 1.1 a la 1.3: planos de arroceras.

Se procedió según las siguientes tareas:

- 1) Análisis de imágenes actuales e históricas.
- 2) Análisis de superposición de imágenes históricas y actuales. Utilización de capas open layer que permiten ver las imágenes satelitales de los servidores web (ej. Google earth).
- 3) Identificación y digitalización de los lotes arroceros con lo que se generan archivos llamados coberturas.
- 4) Elaboración de la tabla de atributos y carga de la información geo-referenciada.
- 5) Elaboración de un SIG y un informe de pasantía mediante figuras, gráficos, tablas y mapas.

Cabe aclarar que la digitalización de pasturas, arroz, forestales y cítricos que se realizó en el departamento Monte Caseros no forma parte del proyecto de arroceras, por lo cual en la digitalización no se utilizaron planos, sino que se trabajó solamente con una imagen satelital de enero de 2015.

Tareas realizadas

El primer mes de la pasantía, abril de 2015, consistió en aprender sobre el manejo de los programas a utilizar para la digitalización y para adquirir entrenamiento de interpretación de imágenes satelitales.

En mayo de 2015 comencé la digitalización de arroceras, marqué los lotes, generé las coberturas con su correspondiente tabla de atributos. Al momento de finalizar la pasantía completé la digitalización de 10 arroceras. Para realizar las digitalizaciones primero recibía los planos de una arrocerá, estos podían ser actuales o de algunos años atrás, planos digitales o bosquejos hechos a mano y muchas veces no coincidían con lo que se observaba en las imágenes satelitales. Luego buscaba imágenes satelitales de distintos años pertenecientes a la misma región de la arrocerá. Los lotes eran digitalizados teniendo en cuenta tanto los planos como las imágenes.

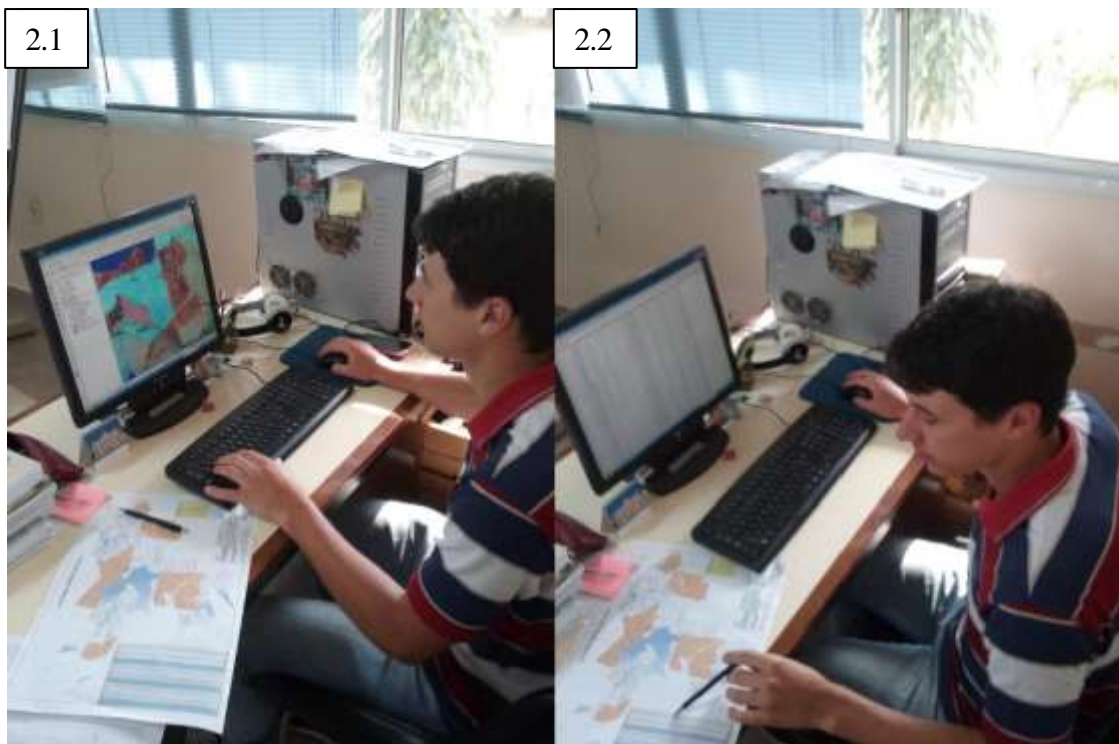


Figura 2.1: digitalización de un lote arrocero. Figura 2.2: carga de datos de los lotes digitalizados.

Tabla N°3. Arroceras digitalizadas, departamento en que se encuentran, número de polígonos digitalizados y superficie total de cada arroceras en hectáreas.

Arroceras	Departamento	Número de polígonos digitalizados	Superficie (Ha)
1	Berón de Astrada	297	13557
2	Curuzú Cuatiá	42	910
3	Curuzú Cuatiá	313	11911
4	Federación (Entre Ríos)	22	609
5	Mercedes	8	9498
6	Mercedes	28	5670
7	Mercedes	790	30075
8	Mercedes	21	1109
9	Paso de los Libres	138	5113
10	San Martín	194	11427

Tabla N°4. Departamentos en los que se digitalizó, número de arroceras digitalizadas por departamento, número de polígonos digitalizados por departamento y superficie digitalizada por departamento.

Departamento	Número de arroceras digitalizadas	Número de polígonos digitalizados	Superficie (Ha)
Berón de Astrada	1	297	13557
Curuzú Cuatiá	2	355	12821
Federación (Entre Ríos)	1	22	609
Mercedes	4	847	46352
Paso de los Libres	1	138	5113
San Martín	1	194	11427

La superficie total digitalizada alcanza 89.879 hectáreas, toda esta superficie tiene una historia arroceras más o menos reciente, pero al momento de la digitalización muchos lotes no tenían uso arroceras.

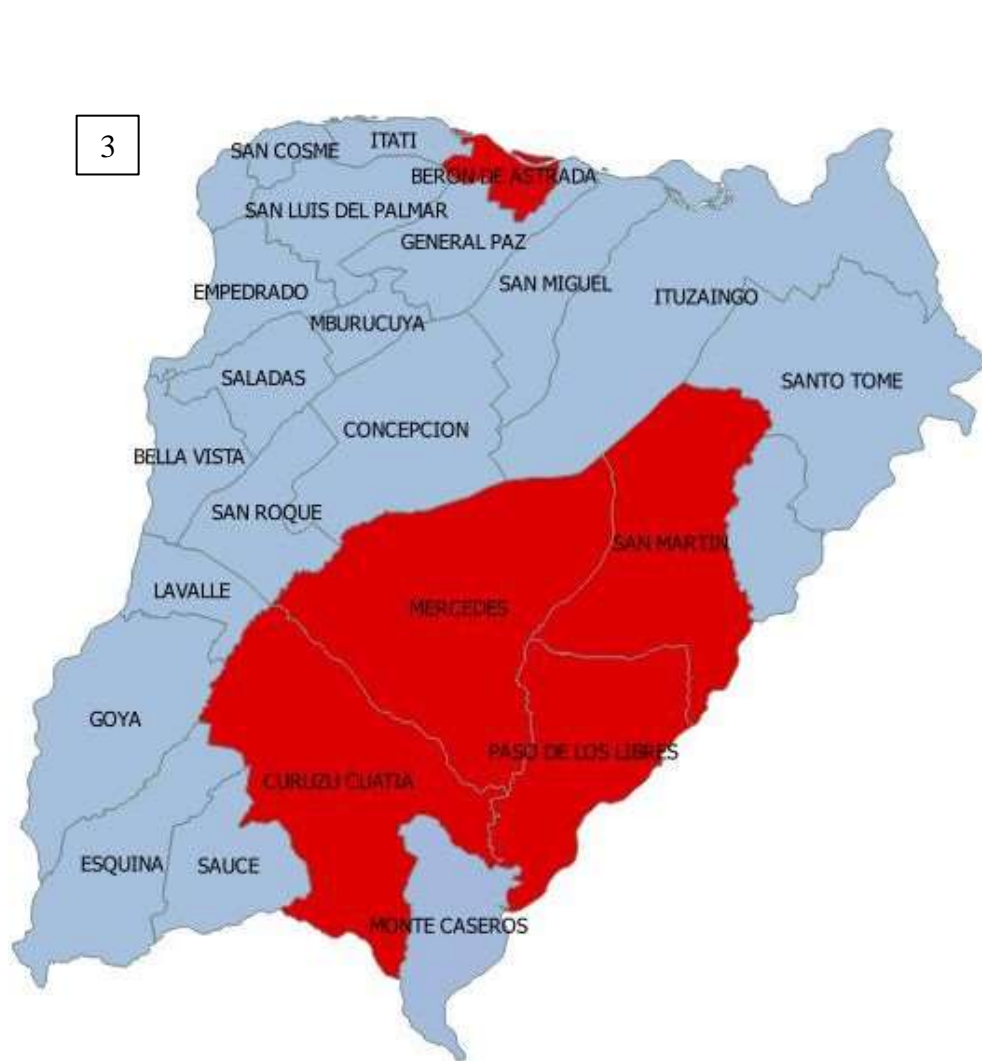


Figura 3: Mapa de los departamentos de la Provincia de Corrientes, en color rojo los departamentos en los que se digitalizaron arrozceras.

También se digitalizó una arrozera en el departamento Federal (Entre Ríos).

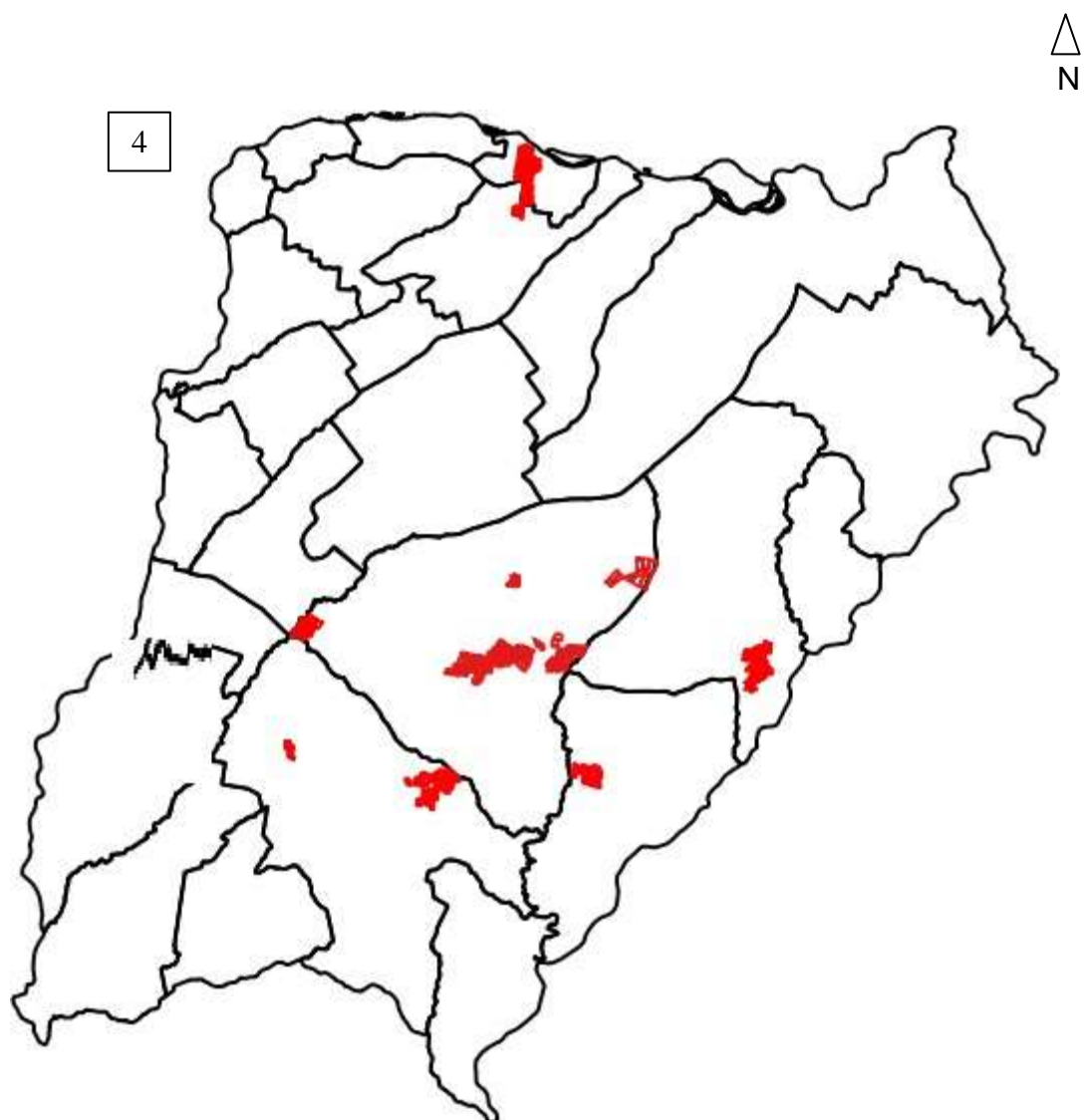
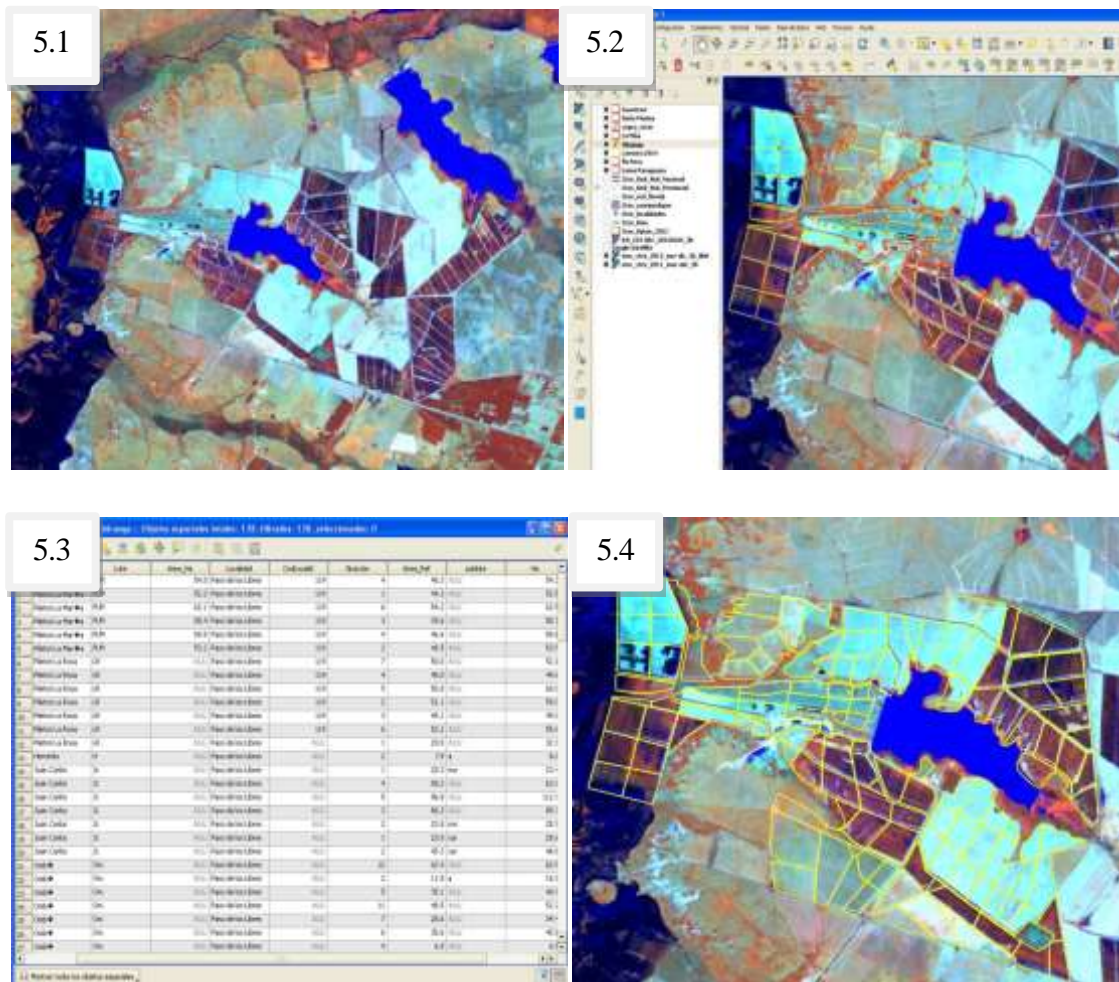


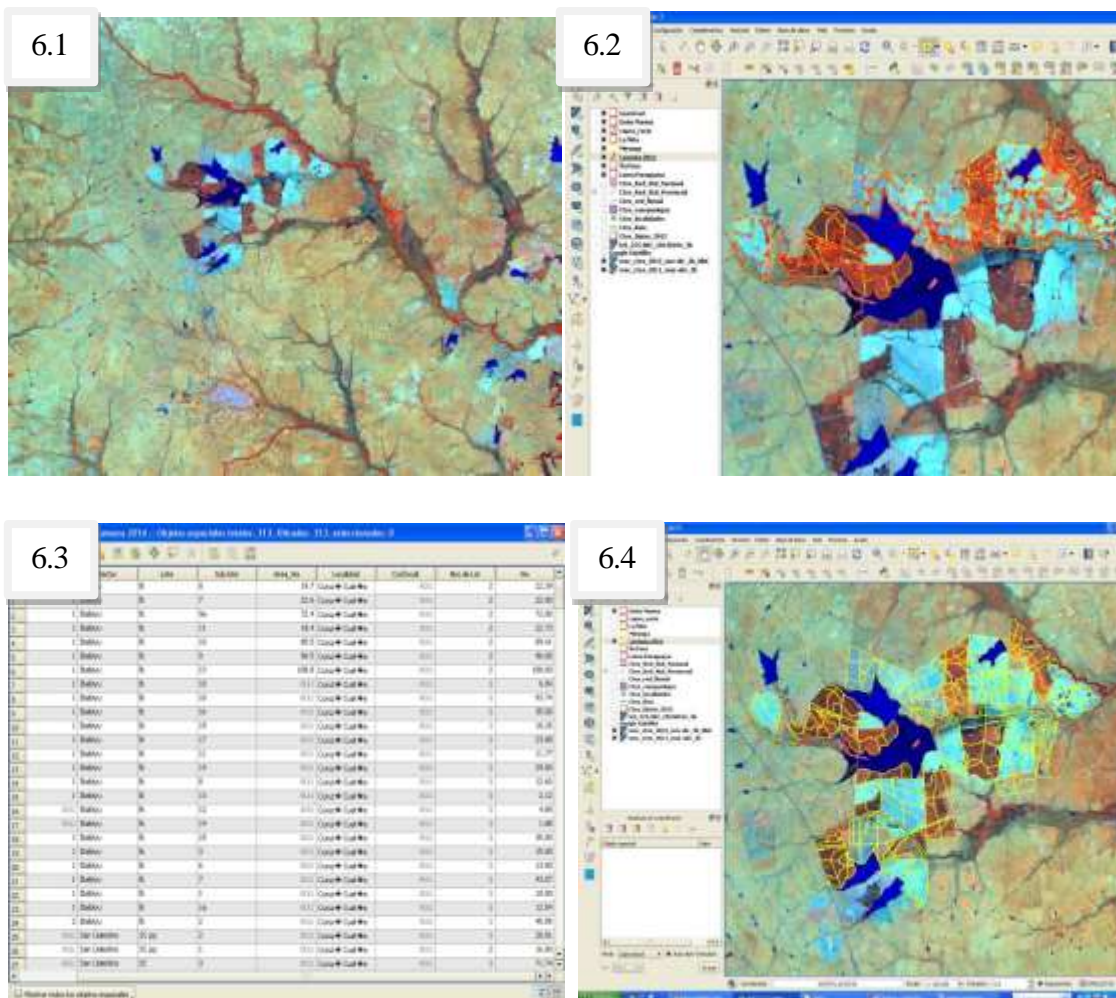
Figura 4: Ubicación geográfica de las arroceras digitalizadas en la provincia de Corrientes. En color rojo las arroceras digitalizadas.

Arroceras digitalizadas



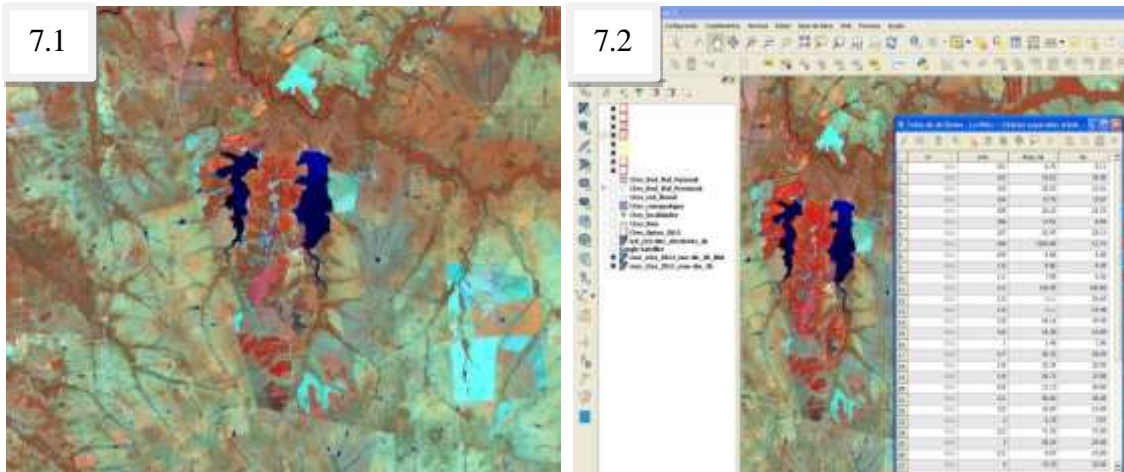
Figuras 5.1 a la 5.4. Imágenes pertenecientes a la arrocera 9: (figura 5.1) ubicación geográfica de la arrocera en el departamento Paso de los Libres utilizando una imagen de noviembre de 2013 (figura 5.2) proceso de digitalización con el programa Quantum GIS 2.8.1 (figura 5.3) tabla de atributos para cada polígono realizado (figura 5.4) digitalización terminada de todos los lotes que componen la arrocera.

Imágenes compuestas en falso color, combinación de bandas 4,5,3 del Landsat 7 Donde la Banda 4 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 5 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 3 (rojo visible) se colocó en azul. Y una combinación de bandas 5,6,4 del Landsat 8. Donde la Banda 5 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 6 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 4 (rojo visible) se colocó en azul.

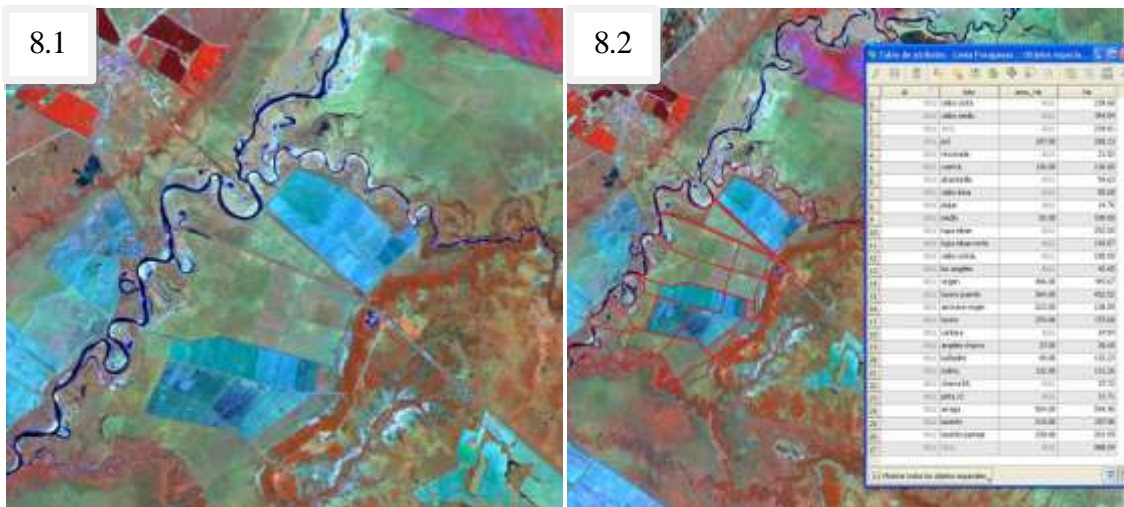


Figuras 6.1 a la 6.4. Imágenes pertenecientes a la arrocería 3: (figura 6.1) ubicación geográfica de la arrocería en el departamento de Curuzú Cuatiá utilizando una imagen de noviembre de 2013 (figura 6.2) digitalización en proceso, a la izquierda se ven las distintas capas utilizadas (figura 6.3) tabla con los datos de los 313 polígonos que conforman la arrocería (figura 6.4) digitalización de la arrocería terminada.

Imágenes compuestas en falso color, combinación de bandas 4,5,3 del Landsat 7 Donde la Banda 4 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 5 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 3 (rojo visible) se colocó en azul. Y una combinación de bandas 5,6,4 del Landsat 8. Donde la Banda 5 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 6 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 4 (rojo visible) se colocó en azul.

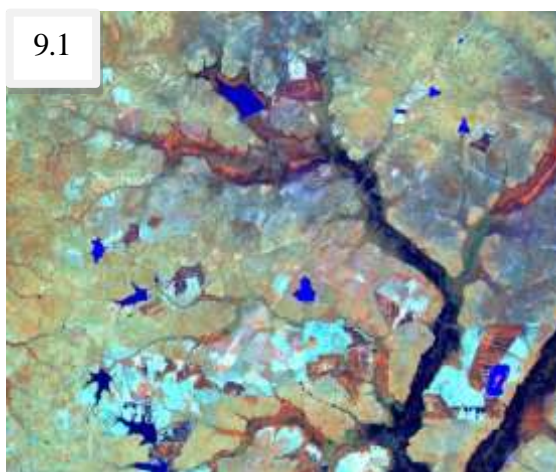


Figuras 7.1 a la 7.2. Imágenes pertenecientes a la arrocería 2: (figura 7.1) ubicación geográfica de la arrocería en el departamento Curuzú Cuatiá utilizando una imagen de noviembre de 2013(figura 7.2) digitalización terminada, tabla con los datos de los polígonos que componen la arrocería. Imágenes compuestas en falso color, combinación de bandas 4,5,3 del Landsat 7 Donde la Banda 4 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 5 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 3 (rojo visible) se colocó en azul. Y una combinación de bandas 5,6,4 del Landsat 8. Donde la Banda 5 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 6 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 4 (rojo visible) se colocó en azul.



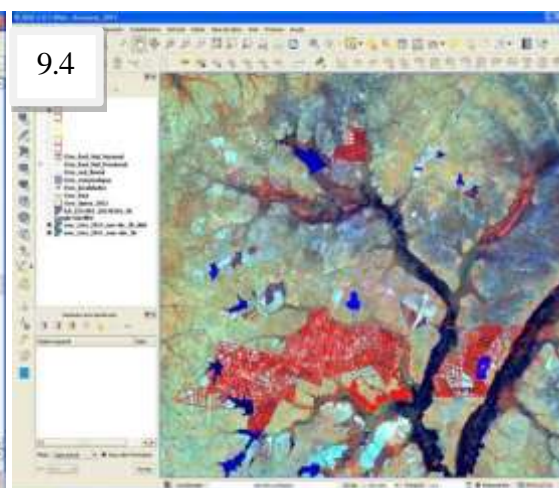
Figuras 8.1 a la 8.2. Imágenes pertenecientes a la arrocería 6: (figura 8.1) ubicación de la arrocería en el departamento de Mercedes utilizando una imagen de marzo de 2011 (figura 8.2) digitalización terminada, tabla de datos con todos los polígonos que componen la arrocería con datos como sector, número o nombre del lote, área.

Imágenes compuestas en falso color, combinación de bandas 4,5,3 del Landsat 7 Donde la Banda 4 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 5 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 3 (rojo visible) se colocó en azul. Y una combinación de bandas 5,6,4 del Landsat 8. Donde la Banda 5 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 6 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 4 (rojo visible) se colocó en azul.



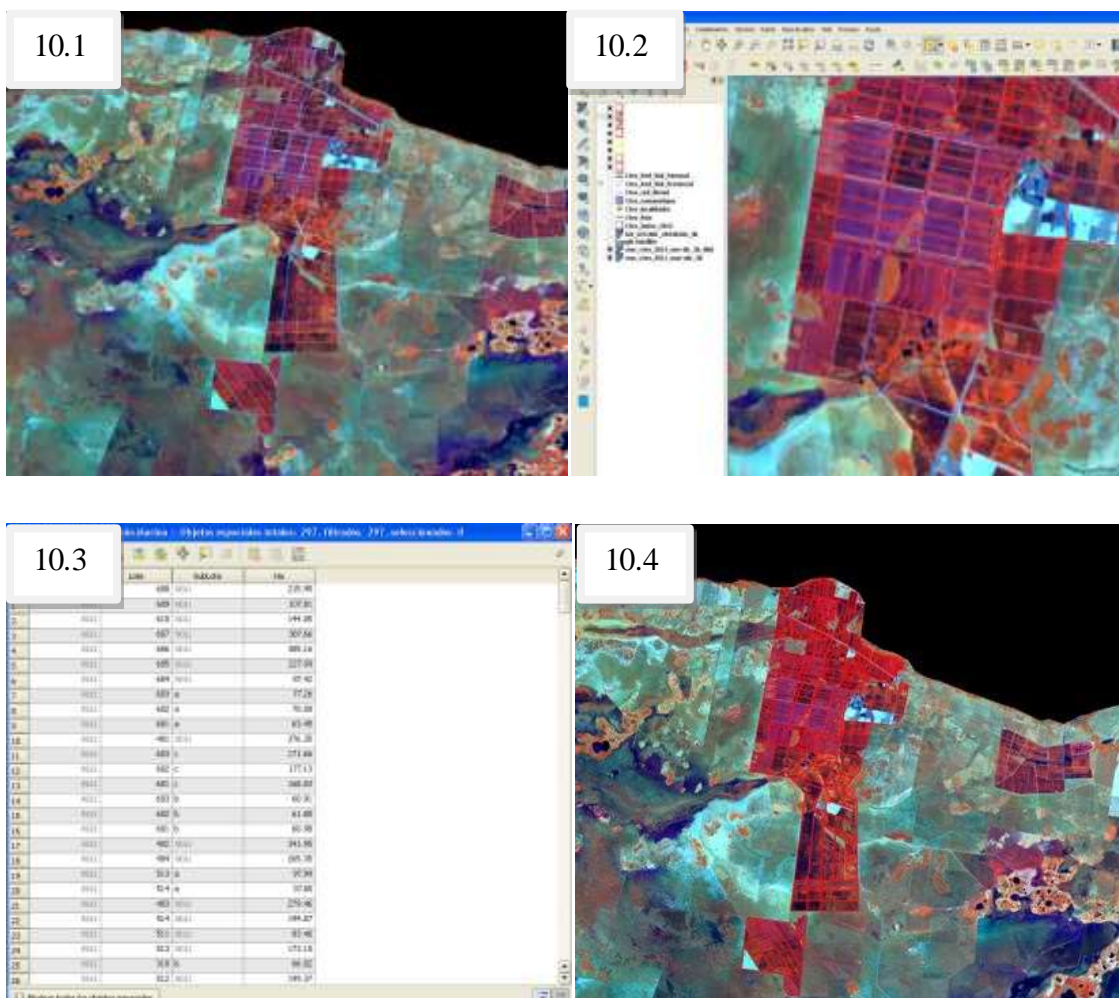
9.3

	logitme	logitmed	logitmed	logitmed	logitmed	logitmed	logitmed
1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
3	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
4	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
5	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
6	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
7	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
8	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
9	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
11	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
13	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
14	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
15	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
16	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
17	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
18	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
19	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
20	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
21	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
22	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
23	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
24	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
25	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
26	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
27	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
28	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
29	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
30	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
31	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
32	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
33	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
34	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
35	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
36	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
37	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
38	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
39	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
40	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
41	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
42	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
43	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
44	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
45	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
46	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
47	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
48	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
49	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
50	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
51	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
52	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
53	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
54	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
55	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
56	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
57	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
58	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
59	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
60	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
61	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
62	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
63	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
64	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
65	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
66	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
67	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
68	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
69	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
70	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
71	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
72	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
73	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
74	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
75	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
76	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
77	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
78	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
79	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
80	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
81	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
82	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
83	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
84	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
85	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
86	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
87	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
88	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
89	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
90	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
91	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
92	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
93	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
94	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
95	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
96	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
97	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
98	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
99	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000



Figuras 9.1 a la 9.4. Imágenes pertenecientes a las arroceras 7: (figura 9.1) ubicación de la arroceras en el departamento de Mercedes utilizando una imagen de noviembre de 2013 (figura 9.2) proceso de digitalización utilizando el programa Quantum GIS 2.8.1 (figura 9.3) tabla con datos para cada polígono realizado (figura 9.4) digitalización terminada, la arroceras está dividida en 3 sectores.

Imágenes compuestas en falso color, combinación de bandas 4,5,3 del Landsat 7 Donde la Banda 4 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 5 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 3 (rojo visible) se colocó en azul. Y una combinación de bandas 5,6,4 del Landsat 8. Donde la Banda 5 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 6 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 4 (rojo visible) se colocó en azul.



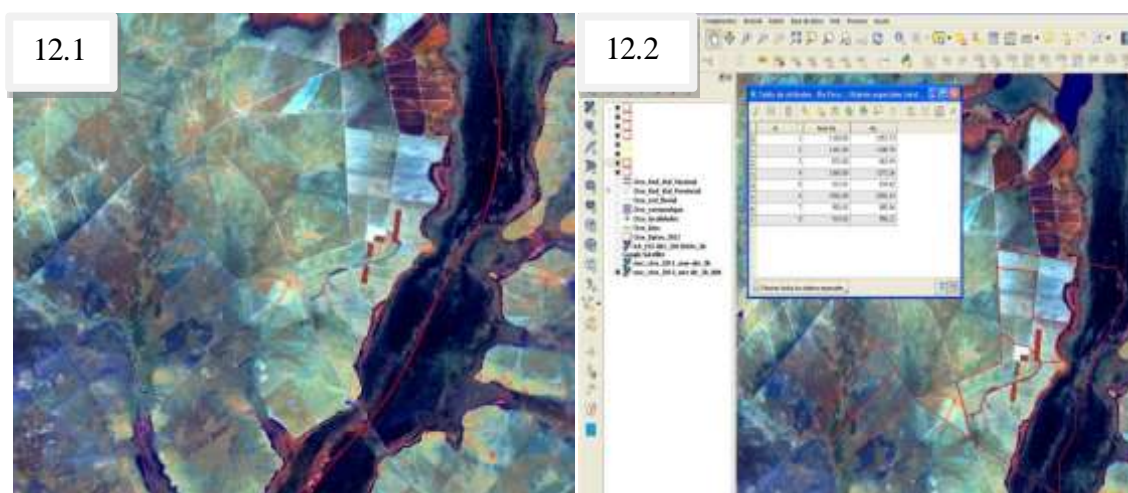
Figuras 10.1 a la 10.4. Imágenes pertenecientes a la arrocería 1: (figura 10.1) ubicación de la arrocería en el departamento Berón de Astrada utilizando una imagen de noviembre de 2013 (figura 10.2) proceso de digitalización de la arrocería (figura 10.3) tabla con datos de número de lote, sub-lote y área para cada polígono (figura 10.4) digitalización de la arrocería terminada.

Imágenes compuestas en falso color, combinación de bandas 4,5,3 del Landsat 7 Donde la Banda 4 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 5 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 3 (rojo visible) se colocó en azul. Y una combinación de bandas 5,6,4 del Landsat 8. Donde la Banda 5 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 6 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 4 (rojo visible) se colocó en azul.



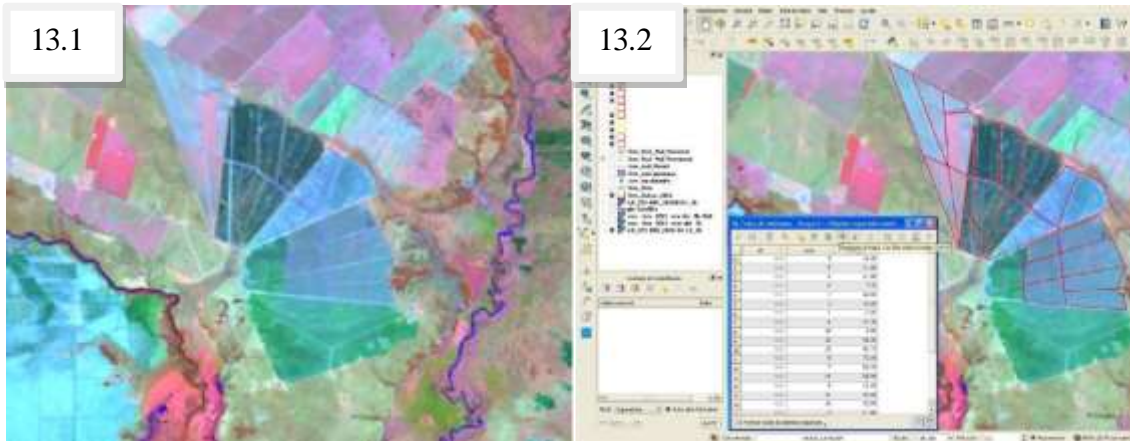
Figuras 11.1 a la 11.2. Imágenes de la arrocería número 10: (figura 11.1) ubicación de la arrocería en el departamento San Martín utilizando una imagen de noviembre de 2013 (figura 11.2) digitalización terminada de todos los lotes que componen la arrocería, tabla con datos de sector, lote y área de cada polígono.

Imágenes compuestas en falso color, combinación de bandas 4,5,3 del Landsat 7 Donde la Banda 4 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 5 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 3 (rojo visible) se colocó en azul. Y una combinación de bandas 5,6,4 del Landsat 8. Donde la Banda 5 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 6 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 4 (rojo visible) se colocó en azul.



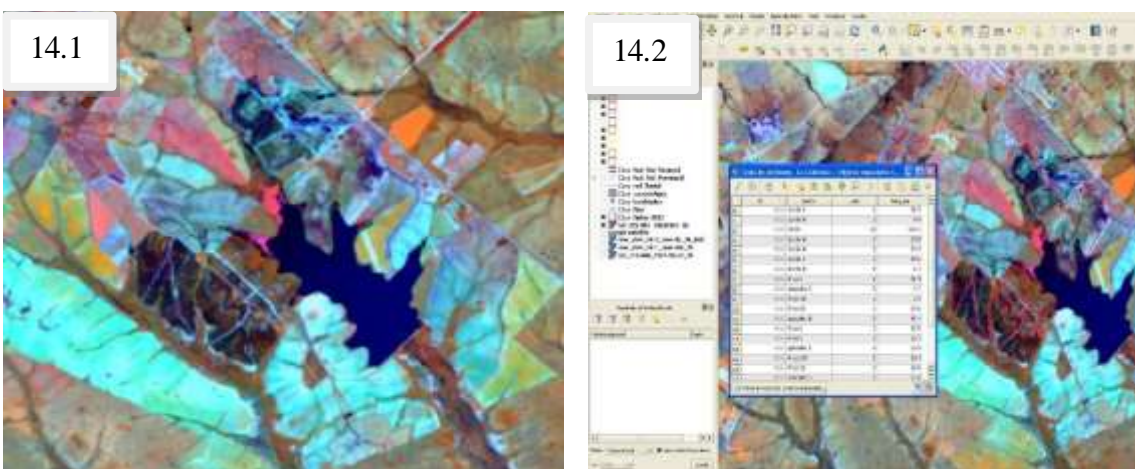
Figuras 12.1 a la 12.2. Imágenes pertenecientes a la arrocería número 5: (figura 12.1) ubicación de la arrocería en el departamento Mercedes utilizando una imagen de marzo de 2011 (figura 12.2) digitalización terminada y tabla de datos de los polígonos digitalizados.

Imágenes compuestas en falso color, combinación de bandas 4,5,3 del Landsat 7 Donde la Banda 4 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 5 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 3 (rojo visible) se colocó en azul. Y una combinación de bandas 5,6,4 del Landsat 8. Donde la Banda 5 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 6 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 4 (rojo visible) se colocó en azul.



Figuras 13.1 a la 13.2. Imágenes pertenecientes a la arrocería número 8: (figura 13.1) ubicación de la arrocería en el departamento Mercedes utilizando una imagen de mayo de 2015 (figura 13.2) digitalización terminada y tabla de datos de los polígonos digitalizados.

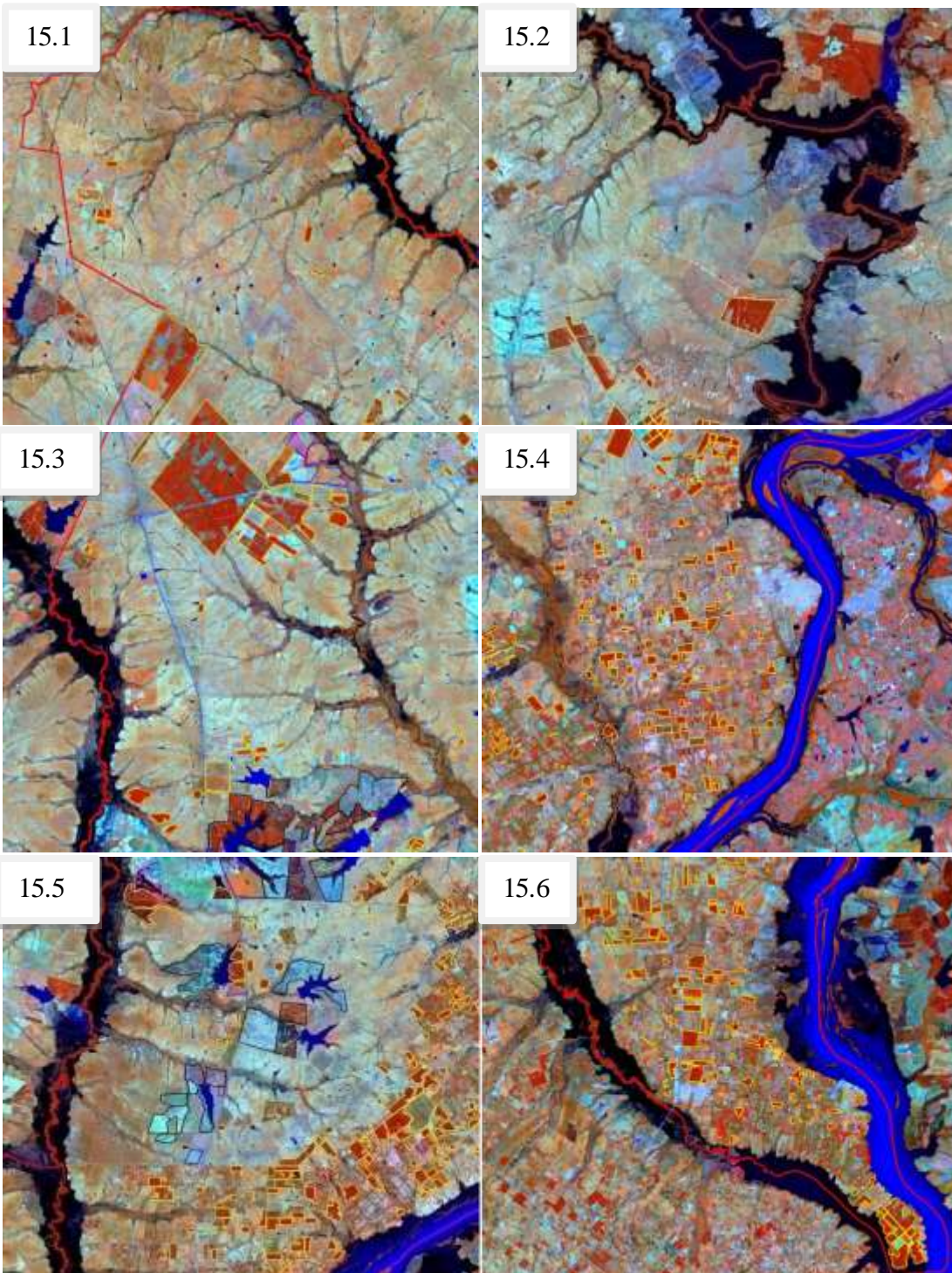
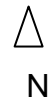
Imágenes compuestas en falso color, combinación de bandas 4,5,3 del Landsat 7 Donde la Banda 4 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 5 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 3 (rojo visible) se colocó en azul. Y una combinación de bandas 5,6,4 del Landsat 8. Donde la Banda 5 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 6 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 4 (rojo visible) se colocó en azul.



Figuras 14.1 a la 14.2. Imágenes pertenecientes a la arrocería número 4: (figura 14.1) ubicación de la arrocería en el departamento Federación (Entre Ríos) utilizando una imagen de enero de 2015 (figura 14.2) digitalización terminada y tabla de datos de los polígonos digitalizados.

Imágenes compuestas en falso color, combinación de bandas 4,5,3 del Landsat 7 Donde la Banda 4 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 5 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 3 (rojo visible) se colocó en azul. Y una combinación de bandas 5,6,4 del Landsat 8. Donde la Banda 5 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 6 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 4 (rojo visible) se colocó en azul.

Digitalización realizada en el departamento Monte Caseros



Figuras 15.1 a la 15.6. (Figura 15.1) noroeste del departamento Monte Caseros, en el cual se ve poco uso del suelo para las actividades de importancia en este trabajo. (Figura 15.2) noreste del departamento Monte Caseros, poco uso del suelo para las actividades de importancia en este trabajo, se digitalizaron algunos lotes de forestales. (Figura 15.3) centro oeste del departamento Monte Caseros, se digitalizaron lotes de arroz, pasturas y en mayor cantidad forestales.

Figura (15.4) centro este del departamento Monte Caseros, se digitalizo una mayor cantidad de lotes de forestales y también citrus. (Figura 15.5) suroeste del departamento Monte Caseros, se digitalizaron lotes de arroz, pasturas, cítricos y mayormente lotes forestales. (Figura 15.6) sur del departamento Monte Caseros, se digitalizo mayormente lotes de forestales y citrus.

Imágenes compuestas en falso color, combinación de bandas 4,5,3 del Landsat 7 Donde la Banda 4 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 5 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 3 (rojo visible) se colocó en azul. Y una combinación de bandas 5,6,4 del Landsat 8. Donde la Banda 5 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 6 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 4 (rojo visible) se colocó en azul.

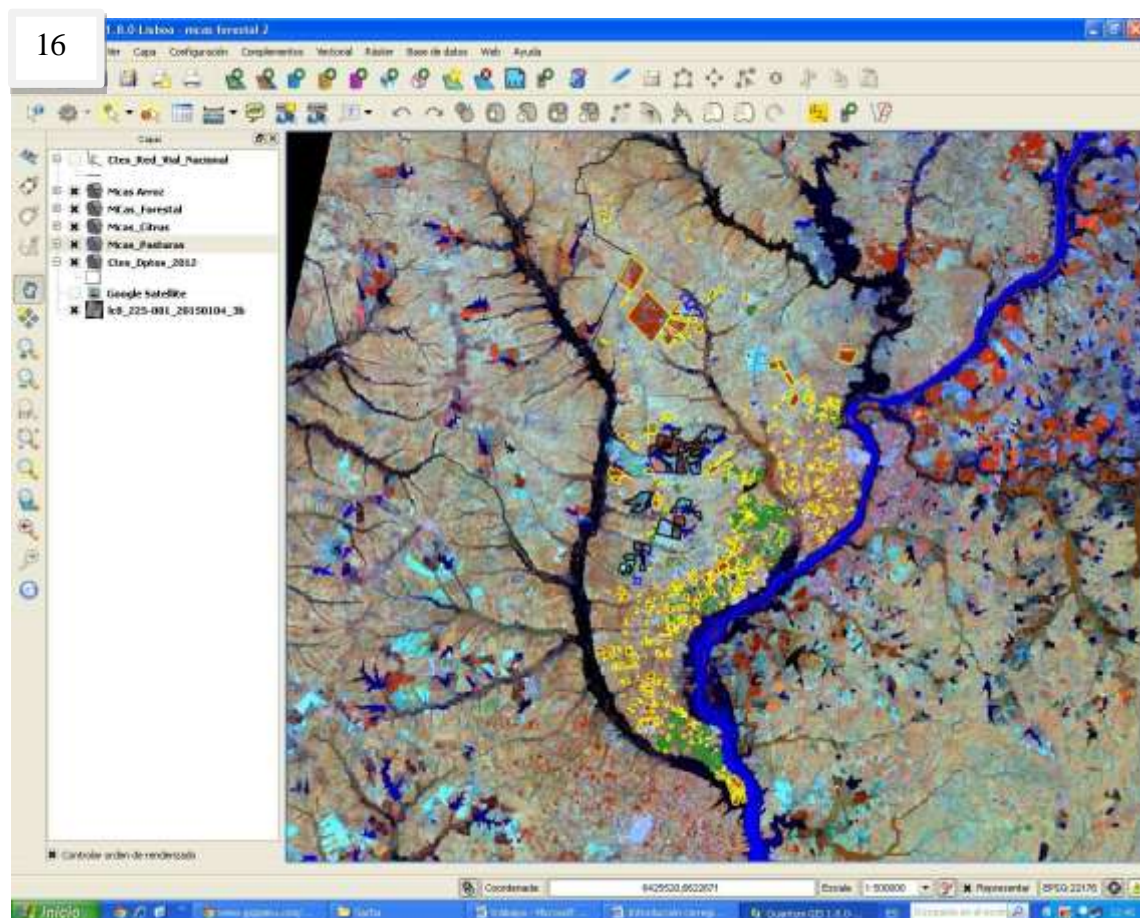


Figura 16. La digitalización del departamento Monte Caseros fue realizada utilizando el programa Quantum GIS 1.8.0, en la imagen se puede ver el departamento completo con todos los polígonos realizados.

Imágenes compuestas en falso color, combinación de bandas 4,5,3 del Landsat 7 Donde la Banda 4 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 5 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 3 (rojo visible) se colocó en azul. Y una combinación de bandas 5,6,4 del Landsat 8. Donde la Banda 5 (infrarrojo cercano) se colocó en color rojo, la Banda 6 (infrarrojo medio) se colocó en color verde y la banda 4 (rojo visible) se colocó en azul.

Tabla N° 5. Superficie total digitalizada para cada uso del suelo y color colores con lo que se representó el perímetro de los polígonos para los distintos usos.

Uso del Suelo	Color de perímetro de los polígonos	Superficie digitalizada (Ha)
Arroz	negro	5880
forestal	amarillo	10077
Citrus	verde	6851
Pasturas	azul	1280

En los datos de relevamientos citrícolas en el departamento Monte caseros se encontraron 14.488 hectáreas en 2002 (Ligier et al 2002), en el trabajo se digitalizaron 6.851 hectáreas. Esta diferencia se debe entre otras cosas a que la digitalización no fue corroborada a campo.

Tabla N°6. Datos estadísticos para cada uso de suelo digitalizados en Monte caseros.

Uso del Suelo	Arroz	Forestal	Citrus	Pasturas
Numero de polígonos digitalizados	27	522	171	17
Superficie total digitalizada (Ha)	5880	10077	6851	1280
Polígono máximo (Ha)	595,4	120	365,5	441,1
Polígono mínimo (Ha)	2,6	0,72	1,9	3,1
Intervalo (Ha)	592,8	119,28	363,6	338
Desvió estándar (Ha)	162,16	21,14	47,29	110,9
Mediana (Ha)	158,6	14,46	22,8	17,05
Coeficiente de variación	0,74	1,09	1,18	1,47
Área Media (Ha)	217,7	19,3	40,06	75,3

Experiencia personal

Realizar la pasantía en la EEA-INTA Corrientes y formar parte de un proyecto de gran importancia internacional fue una experiencia que me ayudó a reforzar y afianzar los conocimientos teóricos obtenidos durante el cursado de la carrera de Ingeniería Agronómica, tanto las asignaturas básicas como en temas profundizados en los Seminarios y también en aquellos dados en los últimos años. Además de asumir responsabilidades y tomar decisiones para poder entregar en tiempo y forma el trabajo realizado.

Aprender a trabajar con imágenes satelitales y sistemas de información geográfica fue de gran importancia para mí, dado que cada vez es más necesario el uso de estas herramientas.

Esta experiencia me permitió trabajar con ingenieros y personal del grupo recursos naturales y otros departamentos, con lo cual pude conocer el trabajo que realizan distintos profesionales y adquirir otros conocimientos.

Referencias Bibliográficas:

Acpa 2015.
http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Informes_arroceros/INFORME-FINAL-DE-COSECHA-CORRIENTES....pdf. Último acceso: 13/08/15.

Castaño, S.: Quintanilla, A. (1999). Teledetección. Avances y aplicaciones, 461 p.

Chuvieco, E. (2002). Teledetección ambiental, la observación de la tierra desde el espacio, 584 p.

Efn 2015. Sensores remotos.
http://www.efn.uncor.edu/otros/foto/s_remosos.htm. Sensores remotos. Último acceso: 23/09/15.

Ligier, H.D., Perucca, R. Vallejos, O. 1998. Inventario arrocero 1996-1997 de la provincia de Corrientes mediante imágenes satelitales. INTA Corrientes.

Ligier, H.D., Kurtz, D.B., Perucca A.R. 2001. Relevamiento arrocero 2000/2001, con apoyo de escenas Landsat, en Corrientes. INTA Corrientes.

Ligier, H.D., Perucca, A.R., Kurtz, D.B., Vallejos, O.: Matteio, H. 2002. Relevamiento cítrico en el departamento de Monte Caseros, Corrientes. Año 2002. INTA Corrientes.

Mappingandco 2015. Disfrutando del Landsat 8 (1 parte – Especificaciones técnicas). <http://mappingandco.com/blog/disfrutando-del-landsat-8-1-parte-especificaciones-tecnicas/>. Último acceso 10/09/15.

Paruelo, J.M., Guerschman J.P., Baldi G., Di Bella C.M. 2004. La estimación de la superficie agrícola. Antecedentes y una propuesta metodológica.

Perucca, A.R., Ligier, H.D., Kurtz, D.B., Matteio, H. 2004. Relevamiento citrícola en 14 departamentos de la provincia de Corrientes. Año 2004. INTA Corrientes.

Scantherma 2015. Landsat 8: different strokes for different folks. <http://www.scantherma.com.au/2014/05/landsat-8-different-strokes-for-different-folks/> Último acceso 10/09/15.

Sigyteledeteccion 2015. Landsat-8. http://sigyteledeteccion.blogspot.com.ar/2013/02/landsat-8_21.html. Último acceso: 23/09/15.

Un-spider 2015. Descripción y Corrección de Productos Landsat 8 LDCM (Landsat Data Continuity Mission). <http://www.un-spider.org/sites/default/files/LDCM-L8.R1.pdf> . Descripción y corrección de productos Landsat. Último acceso: 10/09/15.