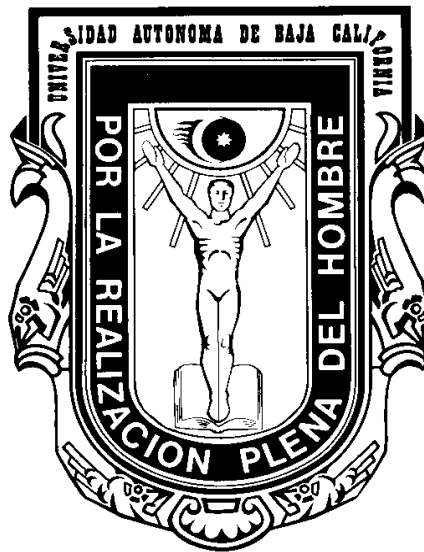


Universidad Autónoma de Baja California

Instituto de Ciencias Agrícolas



**“GENERACION DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG).
PARA EL VALLE DE MEXICALI, B.C. QUE MUESTRE LA RELACION DEL
RENDIMIENTO Y COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA, DE
ALGODONERO DE ACUERDO A LA TEXTURA DEL SUELO.”**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS AGRICOLAS

PRESENTA:

SOCORRO ELISA MARGARITA COTA MAGALLANES

DIRECTOR DE TESIS

DR. EDUARDO SANCHEZ LOPEZ

El presente escrito de tesis fue realizado bajo la dirección del Comité a continuación citado, aprobado por el mismo y aceptado como requisito para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS AGRICOLAS

**DR. EDUARDO SANCHEZ LOPEZ
ASESOR PRINCIPAL**

**DR. ROBERTO SOTO ORTIZ
SECRETARIO**

**M.C. ANGEL LOPEZ LOPEZ
SINODAL**

Ejido Nuevo León, Mexicali, B. C.

Junio del 2009

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Ciencias Agrícolas que me formó en la educación y motivó en la participación de buscar alternativas de solución a la diversificación de situaciones en agricultura.

Al Dr. Eduardo Sánchez López por su intervención, en la dirección y realización del presente trabajo.

Al Dr. Roberto Soto Ortiz, por su valiosa cooperación, asesoramiento, dedicación, comprensión, pero sobre todo por su amistad.

Al Dr. Raúl Venegas por su incondicional y desinteresada ayuda en la realización de los mapas.

A la Dra. Judith Ley por su ayuda desinteresada y la paciencia demostrada para enseñarme a utilizar el programa de Map. Info.

Al M.C. Francisco López Lugo por la gran ayuda, los buenos consejos y el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

A Luis por ayudarme siempre que lo necesite y nunca objetar mi deseo de seguir estudiando.

A todas las personas que de una u otra forma me ofrecieron su ayuda incondicional para el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

A Luis...

A Luis Carlos y Sarita porque les gusta que su mamá siga estudiando.

A mis papás que siempre nos apoyaron para que siguiéramos estudiando.

A mis compañeros de maestría, fue toda una experiencia convivir.

A mis maestros que con sus enseñanzas me llevaron a realizarme como profesionalista.

A mis amigos de universidad que siempre han estado al pendiente y me apoyaron cuando las cosas se veían difíciles casi imposibles...

RESUMEN

Los productores de algodón del Valle de Mexicali se enfrentan a grandes dificultades debido a la tendencia bajista de los precios, y a los altos costos de producción. El terreno donde se siembra el algodón no siempre cumple con los requerimientos ideales para el desarrollo del cultivo teniendo como resultado un mayor gasto de capital para poder lograr un mayor rendimiento. Es importante notar que la respuesta de los agricultores a estos problemas no siempre ha sido una disminución de la superficie cultivada, lo cual indica que la actividad es considerada como primordial por un grupo definido de agricultores que aun enfrentándose a la incertidumbre de los precios mantienen una acción productiva constante y que por lo tanto dejan a un lado el análisis de la relación costo-utilidad circunstancia que indica una acción de poca justificación empresarial. El objetivo de este estudio es obtener información geográfica estructurada que facilite el análisis y la evaluación de la problemática del algodón con relación a la textura del suelo, rendimiento y costo de producción del cultivo a partir de los datos almacenados en forma digital en un SIG.(Sistema de información geográfica).

Haciendo uso del programa Map.Info.6.0 se realizó la localización de los productores, y la representación gráfica del rendimiento y costo de producción del algodón, los análisis estadísticos se realizaron el programa SAS 6.12 ,dándonos como resultado un escenario donde se muestra la problemática del algodón obteniéndose mapas y presentaciones visuales de la relación que hay entre la textura, el rendimiento y el costo de producción del algodón.

SUMMARY

The producers of cotton of the Valley of Mexicali face great difficulties due to the bearish tendency of the prices, and the high production costs. The land where the cotton seeds itself does not seed fulfills the ideal requirements for the development of the culture having like turn out a greater cost of capital to be able to obtain a greater yield. It is important to notice that the answer of the agriculturists to these problems not always has been a diminution of the cultivated surface, which indicates that the activity is considered like fundamental by a defined group of agriculturists who facing the uncertainty of the prices even maintain an action productive constant and that therefore leave to a side the analysis of the relation cost-utility circumstance that indicates an action of little enterprise justification.

The objective of this study is to obtain geographic data structured that it facilitates the analysis and the evaluation of the problematic one of the cotton in relation to the texture of the ground, yield and production cost of the culture from the data stored in digital form in a SIG.(Geographic information system)

Making use of the Map.Info.6.0 program it was made the location of the producers, and the graphical representation of the yield and production cost of the cotton, the statistical analyses were made program SAS 6,12, giving like result a scene us where one is problematic of the cotton obtaining itself the maps and displays of the relation that there is between the texture, the yield and the production cost of the cotton.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.- Análisis general del rendimiento/Ha de fibra de algodón en el Valle de Mexicali.....	31
Cuadro 2 . Análisis general de costos de producción de fibra de algodón en el Valle de Mexicali.....	32
Cuadro 3.- Clasificación del rendimiento del algodnero.....	33
Cuadro 4.- Análisis de varianza para rendimiento de fibra de algodón en función de texturas.....	34
Cuadro 5.- Comparación de medias por DMS de rendimiento de fibra de algodón en función de texturas.....	35
Cuadro 6.- Clasificación de costos de producción del algodnero.....	37
Cuadro 7.- Análisis de varianza para costos de producción de fibra de algodón en función de texturas.....	39
Cuadro 8.- Numero de productores y rendimiento de algodnero en textura pesada.....	43
Cuadro 9.- Numero de productores y costos de producción del algodnero en textura pesada.....	44
Cuadro 10.- Análisis de varianza para rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura pesada.....	45
Cuadro 11.- Numero de productores y rendimiento de algodnero en textura media.....	48
Cuadro 12.- Numero de productores y clasificación de costos de producción del algodnero en textura media.....	49
Cuadro 13.- Análisis de varianza para rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura media.....	49

Cuadro 14.- Comparación de medias por DMS de rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura media.....	50
Cuadro 15.- Numero de productores y rendimiento de algodonero en textura ligera.....	53
Cuadro 16.- Numero de productores y clasificación de costos de producción del algodonero en textura ligera.....	54
Cuadro 17.- Análisis de varianza para rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura ligera.....	54
Cuadro 18.- Comparación de medias por DMS de rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura ligera.....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Evolución de la superficie sembrada de algodón en el Valle de Mexicali.....	3
Figura 2.- Relación histórica entre rendimiento y superficie de algodón en el Valle de Mexicali.....	12
Figura 3.- Diagrama de Flujo.....	20
Figura 4.- Distribución de costos de producción de fibra de algodón en el Valle de Mexicali.....	31
Figura 5.- Distribución del rendimiento de fibra de Algodón en el Valle de Mexicali, B.C.....	32

LISTA DE MAPAS

Mapa 1.- Mapa de texturas del Valle de Mexicali.....	28
Mapa2.- Localización geográfica de productores de algodón en el Valle de Mexicali.....	30
Mapa3.-Distribución de los rendimientos por hectárea del algodón en el Valle de Mexicali de acuerdo a su texturas.....	36
Mapa4.- Distribución de los costos de producción por hectárea del algodón en el Valle de Mexicali de acuerdo a su textura.....	41
Mapa5.- Distribución de los rendimientos por hectárea del algodón en el Valle de Mexicali en textura pesada.....	46
Mapa6.- Distribución de los costos de producción por hectárea del algodón en el Valle de Mexicali en textura pesada.....	47
Mapa7.- Distribución de los rendimientos por hectárea del algodón en el Valle de Mexicali en textura media.....	51
Mapa8.- Distribución de los costos de producción por hectárea del algodón en el Valle de Mexicali en textura media.....	52
Mapa9.- Distribución de los rendimientos por hectárea del algodón en el Valle de Mexicali en textura ligera.....	57
Mapa10.- Distribución de los costos de producción por hectárea del algodón en el Valle de Mexicali en textura ligera.....	58

CONTENIDO

Carta de Comité.....	II
Agradecimientos.....	III
Dedicatorias.....	IV
Resumen.....	V
Lista de cuadros	VII
Lista de figuras.....	IX
Lista de Mapas	X
I.- Introducción.....	1
2.- Objetivo.....	4
3.- Hipótesis.....	5
4.- Revisión de Literatura.....	6
4.1 Sistemas de Información geográfica.(SIG).....	6
4.2 Aplicaciones de SIG en agricultura.....	9
4.3 Aspectos económicos del Algodonero.....	11
4.4 Suelos.....	14
5.- Materiales y Métodos.....	17
5.1 Región de estudio.....	17
5.2 Marco muestral.....	17
5.3 Diagrama de flujo.....	19
5.4 Creación del SIG.....	21
5.5 Base de datos.....	22
5.6 Diseño de Mapa base.....	24

5.7 Análisis estadísticos.....	25
6.- Resultados y discusiones.....	27
6.1 Mapa base: texturas del suelo del Valle de Mexicali.....	27
6.2 Mapa: Localización geográfica de los productores de algodónero.....	29
6.3 Estadísticos descriptivos de rendimiento por hectárea de fibra de algodón en el Valle de Mexicali.....	31
6.4 Estadísticos descriptivos de costos de producción de fibra de algodón en el Valle de Mexicali.....	32
6.5 Mapa Distribución del rendimiento del algodónero de acuerdo a su textura.....	33
6.6 Análisis de varianza(ANDEVA) de rendimiento de fibra de algodón en función de texturas.....	34
6.6.1 Comparación de medias por DMS de rendimiento de fibra de algodón en función de texturas.....	35
6.7 Mapa Distribución de costos de producción del algodónero de acuerdo a su textura.....	37
6.8 Análisis de varianza de costos de producción de fibra de algodón en función de texturas.....	39
6.9 Mapa .Distribución del rendimiento del algodónero para textura pesada.....	42
6.10 Mapa Distribución de costos de producción en textura pesada.....	43
6.11 Análisis de varianza(ANDEVA) de rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres niveles en textura pesada.....	45

6.12 Mapa . Distribución del rendimiento en textura media.....	48
6.13. Mapa Distribución de costos de producción en textura media.....	48
6.14 Análisis de varianza de rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura media	49
6.14.1 Comparación de medias por DMS de rendimiento de fibra de algodón en función de tres tipos de costo en textura media.....	50
6.15 Mapa Rendimiento de productores de algodono en textura ligera.....	53
6.16 Mapa Distribución de costos de producción en textura ligera.....	54
6.17 Análisis de varianza de rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura ligera.....	54
6.17.1 Comparación de medias por DMS de rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura ligera.....	55
7.-Conclusiones.....	59
8.-Literatura Citada	61
9.- ANEXOS.....	65

I.- INTRODUCCION

Los Sistemas de Información Geográfica sirven en agricultura como apoyo en la determinación de áreas con mayores aptitudes físico geográficas y edafoclimáticas, contribuyen también en agilizar el proceso de proyección y planificación del proceso productivo agrícola(23).

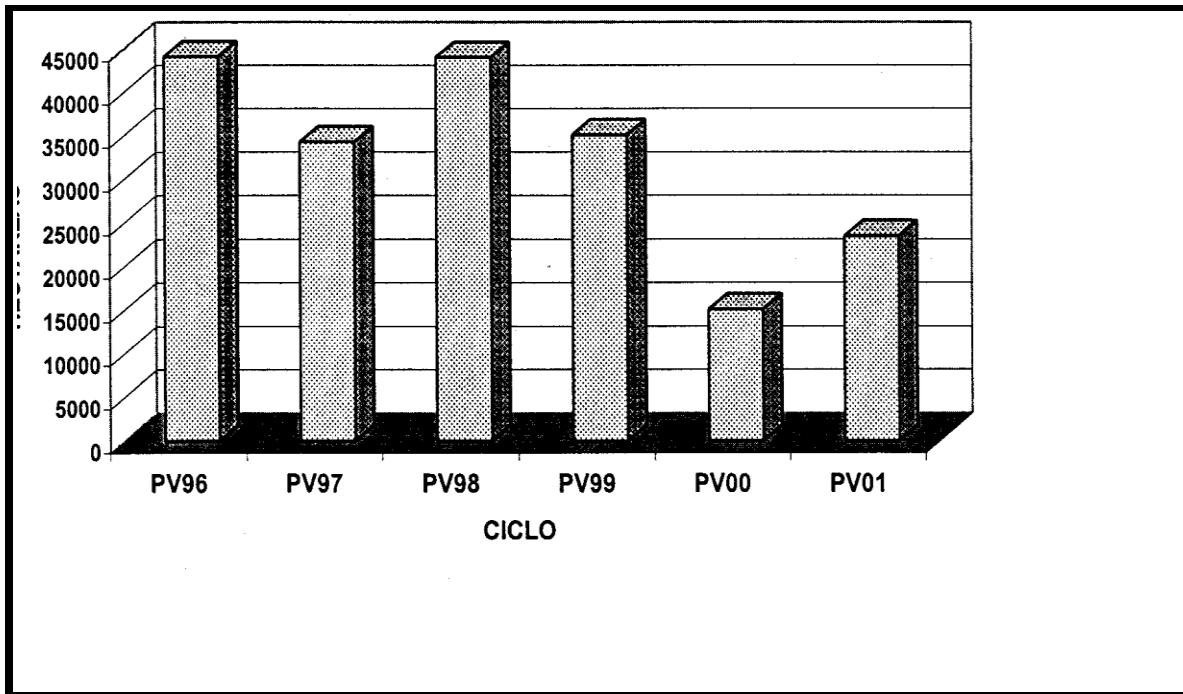
El algodón es un cultivo muy importante en el Valle de Mexicali B.C. ya que el producto va encaminado hacia el consumo de la fibra textil que se puede aprovechar de diferentes maneras trayendo consigo una derrama económica de consideración. El algodón es típico de zonas cálidas por lo que se ha convertido en el cultivo principal de primavera- verano en el Valle de Mexicali ocupando durante los últimos 16 años el 39.5% de la superficie total cultivada del Valle además es una importante fuente de trabajo que ocupa en promedio 50 jornales por hectárea siendo el medio principal de subsistencia de muchas familias.

En el Valle de Mexicali durante el año 2001 se registraron aproximadamente 1680 productores de algodón los cuales se enfrentaron a las dificultades a las originadas en la tendencia bajista de los precios y un alto costo de producción por Ha. que durante los últimos cinco años ha provocado una importante caída de los ingresos de este tipo de agricultores. Para el ciclo primavera-verano 2002 la situación se observó como de emergencia económica puesto que a la fecha el precio de la libra de algodón contratada para el mes de octubre en el mercado de Nueva York cerró dentro de una banda de 35 a 45 centavos/libra y aun cuando la superficie sembrada apenas llegó a 13,785 hectáreas, no deja de ser

un problema de alto impacto a nivel rural, puesto que con el cultivo del algodón se relacionan una serie de actividades de apoyo que representan un ingreso relevante para los prestadores de dichos servicios. (11) También es importante notar que el terreno donde se siembra el algodón no siempre cumple con los requerimientos ideales para el desarrollo del cultivo teniendo como resultado un mayor gasto de capital para poder lograr un mayor rendimiento.

Revisando el comportamiento reciente de la superficie algodonera es notable que aun cuando los precios de la fibra han presentado una baja, la respuesta de los agricultores no siempre ha sido una disminución de la superficie, lo cual indica que la actividad es considerada como primordial por un grupo definido de productores que aun enfrentándose a la incertidumbre de los precios mantienen una acción productiva constante y que por lo tanto dejan a un lado el análisis de la relación costo-utilidad circunstancia que indica una acción de estricta justificación empresarial. (figura 2).

Figura 1.- EVOLUCION DE LA SUPERFICIE SEMBRADA DE ALGODONERO
VALLE DE MEXICALI.



Considerando lo antes planeado se hace necesario contar con información detallada tanto del área productiva como económica por lo que se justifica crear una base de datos dirigida al manejo de la información del cultivo del algodón, esto es el utilizar un Sistema de Información Geográfica (SIG) donde se relacionen tipos de suelo, localización de predios de los productores de fibra, rendimientos de fibra y costos de producción, que es la información básica que de respuesta preguntas como. ¿Dónde se localizan los productores de algodón? y ¿Que papel juega la textura del suelo en la productividad del algodón?.

2.- OBJETIVO:

GENERAR UN SIG PARA EL VALLE DE MEXICALI,B.C. QUE MUESTRE EL COMPORTAMIENTO DE DOS VARIABLES ECONÓMICAS: RENDIMIENTO Y COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA, PARA LA PRODUCCIÓN ALGODONERA DE ACUERDO A LA TEXTURA DEL SUELO.

3.- HIPOTESIS:

SI LA DISTRIBUCIÓN Y LA PRODUCCIÓN DE FIBRA DE ALGODÓN DESDE LAS PERSPECTIVAS PRODUCTIVA Y ECONÓMICA ESTÁN RELACIONADAS A UNA TEXTURA DE SUELO, ENTONCES LOS MEJORES NIVELES DE PRODUCTIVIDAD Y MENOR COSTO EN EL VALLE DE MEXICALI, ESTARÁN LOCALIZADOS EN LOS PREDIOS QUE PRESENTEN ESTA TEXTURA.

4.- REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Sistemas de Información geográfica.(SIG).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son programas de computadora que permiten introducir la información disponible sobre una región o área geográfica, y que posteriormente posibilitan el realizar consultas al mismo y obtener respuestas, en formas de tablas o mapas, en un tiempo muy corto. La utilización de sistemas de Información Geográfica en la producción agrícola será cada vez más intensa en el futuro, prueba de ello es el desarrollo de software que utilizan las capacidades de los SIG combinadas con otros programas para la administración técnica y financiera de una empresa agropecuaria. El fuerte avance de la Agricultura de Precisión, mediante la cual es posible obtener información muy detallada de cada punto del terreno de un lote, ha contribuido a impulsar el uso de los SIG. En poco tiempo más los productores agropecuarios contarán con imágenes satelitales de sus campos, estas imágenes tendrán alta resolución y serán de suma utilidad para evaluar el estado de los cultivos, detección temprana de problemas como enfermedades, plagas, estrés hídrico, etc. (9)

La utilización de las imágenes provenientes de satélites o fotografías aéreas, y la integración de esta información con los datos provenientes de análisis de suelos, datos climáticos, mapas hidrográficos, políticos, de suelos, viales, catastrales; es posibilitada por los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El creciente número de datos de información a procesar en las empresas Agropecuarias, cada vez más complejas y diversificadas, hace imprescindible contar con este tipo de herramientas que faciliten la toma de decisiones, en el marco de la realización de producciones sustentables, tanto en lo económico, como en lo ambiental.

En la planificación y gestión de la empresa agropecuaria, se manejan e integran datos de:

- 1. Recursos Naturales:** suelo, clima, vegetación, recursos hídricos, etc.
- 2. Infraestructura:** caminos, carreteras, vías férreas, canales de riego y drenaje, alambrados, etc.
- 3. Resultados físicos y económicos:** rendimiento, calidad, ingresos brutos, netos, costos, rentabilidad, etc.
- 4. Manejo tecnológico:** fecha de siembra, riego, densidades de siembra, , control de malezas, fertilización, carga animal, podas, raleos, etc.
- 5. Impacto Ambiental:** erosión, contaminación

Algunos de estos datos pueden estar almacenados en planillas electrónicas (datos alfanuméricos) o bases de datos, otros suelen representarse en forma gráfica (mapas, imágenes). Los sistemas de información geográfica (SIG) facilitan: el almacenamiento, integración, análisis, modelación y edición de una importante cantidad de datos digitales, alfanuméricos y gráficos, siempre que se encuentren bajo un mismo sistema de coordenadas geográficas. Para ello cuentan con herramientas que permiten poner en un sistema común de

coordinadas cartas, mapas e imágenes aún cuando se encuentren en diferentes escalas y/o proyecciones. Así mismo, permiten la integración de datos obtenidos del mundo real desde lugares representables a través de: puntos, líneas o polígonos en un espacio común a través de su georeferenciación. La relación recíproca establecida entre datos y ubicación, permite dar respuestas tales como: cuanto o donde se produjo, tal o cual producto, calcular rendimientos por unidad de superficie, analizar posibles causas de rendimientos diferenciales, planificar la sustitución o reparación de infraestructuras, prever necesidades de mano de obra e insumos tanto potreros, cuadros de plantación ya sea en forma individual, agrupadamente por rubros o en el total del predio. (17)

Apenas recientemente los agricultores ha tenido acceso a tecnología específica a través del Sistema Posicionador Global (GPS). Este conocimiento puede ayudar a localizar muestras de suelo y los resultados de laboratorio pueden ser comparados a un tipo de suelo específico y a un campo de cultivo, fertilizantes y pesticidas pueden ser aplicados de acuerdo a propiedades del suelo (contenido de arcilla y materia orgánica) y condiciones del suelo (relieve y drenaje), y además se puede monitorear y manejar datos de un cultivo a través del campo agrícola.

El valor real para los agricultores es que pueden manejar mejor sus cultivos, por ejemplo, ajustar sus tasas de germinación y realizar mas adecuados programas de protección de cultivos. Esto acrecentará de manera global la efectividad de los costos en su cultivo. (7)

4.2 Aplicaciones de SIG en agricultura.

Actualmente existe una enorme cantidad de trabajos que tienen como base un SIG, o un sistema geoposicionador satelital. En el estado de Alabama se utilizó un área de 2.5 acres para un proyecto para evaluar los alcances de mapeo de suelo con GPS, basado en datos detallados de muestras de suelos, un gran archivo de prácticas culturales, archivos de alteraciones topográficas como históricas del drenaje lograron la creación de mapas que describen el suelo en diferentes estados durante 30 años de producción agrícola la información fue proporcionada con datos de aplicaciones de materia orgánica, producciones del cultivo y resultados de campo. (1)

En el año del 2002 se realizó un trabajo cuyo objetivo fue investigar la relación entre paisajes, suelos, usos del suelo, y sustentabilidad, que en su conjunto forman lo que es la evaluación del suelo. Con ayuda de un SIG se maximizó la participación de los agricultores, productores, agrónomos y otros expertos locales en los procesos de evaluación del suelo. (15)

En Cuba se realizó un trabajo con el objetivo de elaborar un SIG para la zona semiárida del sur de Guantánamo que, partiendo de una caracterización edafoclimática de la región, teniéndose como resultado una clara diferenciación de los suelos, con predominio de los Esqueléticos, Pardos con Carbonatos y Aluviales, apareciendo áreas menores de Ferralíticos Rojos, Rendzinas Rojas y Fersialíticos Pardo Rojizos. La zona se caracterizó por presentar un clima de árido a semiárido, en dependencia del lugar y de los índices climáticos utilizados y no difieren de las reconocidas internacionalmente para las zonas áridas y

semiáridas del mundo. El Sistema de Información Geográfico confeccionado permitirá realizar consultas, actualización, búsquedas y mapificación de las características edafoclimáticas de la zona semiárida. Además, brinda la posibilidad de generar nuevos mapas en dependencia de las necesidades del cliente. (3)

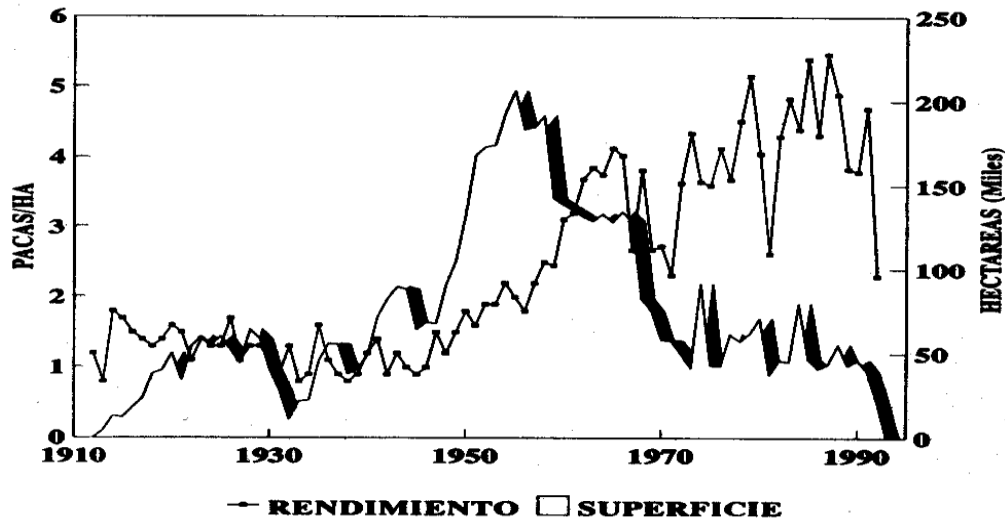
En el Valle de Atlacomulco, Estado de México se realizó un estudio con el objetivo de determinar y cuantificar la distribución espacial de siembra de maíz a través de imágenes de satélites de alta resolución espacial y espectral, y predecir el rendimiento de grano y el volumen de producción, con previa anticipación a la cosecha. El estudio aportó experiencias adicionales en los aspectos de identificación de superficies de cultivo, así como estimaciones de rendimientos de maíz. La información derivada es indispensable como herramienta de orientación en la planificación de la producción agrícola así como en el manejo de las políticas de mercado para hacer frente con mayor certidumbre a las condiciones de comercio internacional. Ubicación de sitios de muestreo en Polígonos. Con el apoyo del Sistema de Geoposicionamiento Global (GPS), las parcelas muestreadas fueron ubicadas geográficamente en cada uno de los polígonos que cubren las zonas maiceras representativas del DDR 05. Procesamiento Digital de las imágenes. El procesamiento digital de las imágenes se realizó en el software IDRISI® versión 4.1 y Erdas Imagine® versión 8.4. Se obtuvieron los recortes del área de estudio con la sobre posición de una mascara digital en formato vectorial. (16)

4.3 Aspectos económicos del Algodonero.

El cultivo del algodón en el Valle de Mexicali, se inició en 1912 con una superficie de 12 ha. De ahí se incrementó su superficie hasta sembrar casi la totalidad del área agrícola, en la década de los cincuenta. De 1970 a 1992 la superficie osciló alrededor de 50,000ha y en 1993 bajó hasta 600 ha. Por otra parte, el rendimiento tendió a incrementarse ya que mientras en 1912 se producía una paca/ha, en los últimos 20 años se produjeron 4 pacas/ha como promedio, llegando al máximo de 5.6 pacas/ha en el 2000.(5).

Resulta importante destacar que a partir del ciclo Agrícola de 1991, el Algodonero presentó altas infestaciones, de un nuevo biotipo de mosquita blanca que le ocasionó fuertes pérdidas a los productores, especialmente durante 1992. El ataque de esta plaga así como el alto costo de producción y las fluctuaciones en el precio de la fibra, ocasionaron que la superficie se redujera hasta 600 hectáreas en 1993.(13).

Figura 2.- RELACION HISTORICA ENTRE RENDIMIENTO Y SUPERFICIE DE ALGODONERO EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.



Hasta el año de 1992, el sistema de producción tradicional del algodón en el Valle de Mexicali contemplaba el manejo del cultivo bajo ciclo largo, por lo que comúnmente se sembraba a principios de marzo a mediados de abril y esporádicamente en febrero y principios de mayo, lo que implicaba cortar riegos en septiembre y octubre. La producción de este sistema incluía obtener cosecha de un primer ciclo de fructificación, continuar con las prácticas de manejo y protección del cultivo para obtener la segunda cosecha.

A partir de 1993, la cultura de manejo del algodón ha sido enfocada a la producción bajo ciclo corto, es decir una sola cosecha, ello como respuesta al problema de plagas que se presentan al final del ciclo como son la mosca blanca, gusano rosado y gusano bellotero, principalmente; a lo que se le suman altos costos de producción del cultivo (1,100 dólares por hectárea); así como problemas de calidad de la fibra por efecto de micronaire (finéz y madurez de la fibra) alto. (6)

El costo más elevado para producir una hectárea de algodón se encuentra en Israel, seguido por Australia, España, México y la región occidental de los EE.UU. (4)

En algunos casos el costo total es superior al valor del algodón en rama o al valor de la fibra mas la semilla. Una posible razón de ese desequilibrio es la mano de obra familiar que se utiliza en las operaciones de las fincas. En algunos países existen diferentes programas para brindar apoyo financiero a los agricultores que de lo contrario dejarían de producir algodón bajo condiciones normales.(10)

En 1993 inició en México un programa de apoyo para el algodón y otros productos agropecuarios, programa que se aplicara a lo largo de quince años. Con arreglo a este programa, conocido como PROCAMPO, se proporciona ayuda directa a los cultivadores sobre la base de la superficie cultivada. Cada año el Gobierno anuncia la ayuda prestada por hectárea. En 1997/98 y en 1998/99 el Gobierno proporcionó ayuda a los cultivadores a una tasa de 63 dólares por hectárea dedicada al cultivo del algodón, lo que equivale casi a tres centavos por libra en un rendimiento medio. En 1997/98 la ayuda total directa proporcionada por el Gobierno a los cultivadores de algodón fue de US \$ 12,6 millones y en 1998/99 ascendió a US \$ 15 millones.

Otras disposiciones del programa de apoyo de México incluyen la asistencia técnica, la ayuda prestada a los cultivadores que escogen comprar instrumentos de cobertura del riesgo de los precios y la ayuda para pagar seguros de cosechas. Dadas las dificultades financieras que enfrentó el Gobierno de México

después de la crisis financiera interna de 1994, y de la actual crisis financiera mundial, la ayuda adicional no se concedió al inicio de la estación de siembra. Los menores precios pagados a los cultivadores redujeron el área dedicada al algodón en un 36% en 1999. No obstante, el 11 de noviembre 1999, el gobierno anunció una ayuda adicional de 1200 pesos mexicanos por hectárea, lo cual aumentó el monto de la ayuda a US \$ 188 por hectárea en 1999/00. (19)

4.4 Suelos

La textura del suelo tiene un efecto principal en las características físicas y químicas del suelo. Los suelos arenosos tienen partículas grandes y espacios de poro grandes (poros macro). Los suelos de la arcilla tienen partículas muy minúsculas con los espacios de poro muy pequeños (poros micro), los suelos de la arcilla tienen mayor espacio de poro total que suelos arenosos. La acción capilar es mucho mayor en poros micro que en poros macro. Los suelos de la arcilla absorben y conservan mucho más agua que los suelos arenosos, pero se drenan típicamente mal y no bien aireados, los suelos francos que comparten las características de retención de la humedad de las arcillas con la aireación de las arenas se considera como el mejor suelos agrícola. Los suelos arenosos se refieren a menudo como "ligeros" porque son fáciles de trabajar. En los suelos arcillosos sus partículas se enlazan firmemente cuando se desecan después de ser mojados. Estos suelos pueden llegar a ser muy duros y difíciles de trabajar y a menudo se llaman "pesado". (18)

La textura del suelo es uno de los factores mas importantes que afectan la productividad del suelo ya que afecta la disponibilidad de agua, la capacidad de

retención de humedad, fertilidad del suelo, aireación, eficiencia en aplicación de herbicidas. Teniendo que un suelo arenoso su porcentaje de máxima productividad es del 50%, un suelo franco tendrá la mayor productividad con un 95% y un suelo arcilloso un 70%.(2)

La textura de suelo también influye al hacer recomendaciones de mejoradores de suelo y del fertilizante y para lograr que un programa eficaz de herbicida trabaje correctamente. (22)

Una adecuada preparación del terreno permite la distribución uniforme de la semilla y el agua de riego; además facilita la emergencia y desarrollo de las plantas. No obstante que el cultivo del algodón puede sembrarse en todos los suelos de la región, hay algunos suelos con características especiales, donde se obtienen los mejores rendimientos y se adapta mejor la planta (5).

Se requieren unos suelos profundos capaces de retener agua, como es el caso de los suelos arcillosos para el cultivo del algodón. Este tipo de suelos mantienen la humedad durante todo el ciclo del cultivo. Los suelos salinos son tolerados por el cultivo del algodón hasta no mas de 8.0 Ds/m sin sufrir la planta ningún tipo de disminución en su rendimiento productivo. (21).

Los mejores suelos para el cultivo del algodón son aquellos que presentan buena aireación, adecuada retención del agua y ricos en materia orgánica. Por esta razón, los suelo de tipo arenoso no son recomendables porque no retienen el nivel de humedad requerido para el desarrollo de la planta.(20).

En el Distrito de Desarrollo Rural 002 Río Colorado(DDR), donde se incluye el Distrito de Riego 014 predominan tres tipos de suelos: arcillosos o pesados(20%), medios o francos (46%) y ligeros o arenosos (34%).Los suelos pesados, son de color café oscuro con 60 – 70% de arcilla, compactados en el subsuelo, lo que origina una alta capacidad de retención del agua y un drenaje deficiente que provoca asfixia en las raíces de las plantas, afectando su desarrollo; además, el contenido de sales es alto y el de materia orgánica es bajo. En estos suelos la capacidad de producción de las variedades de algodónero es afectada hasta en un 50%.

Los suelos medios, son de color café gris, con el 80% de las partículas de limo y arena, profundos con drenaje adecuado. Estos suelos favorecen una mejor penetración de la raíz y consecuentemente se pueden obtener rendimientos acorde con el potencial de las variedades recomendadas. Los suelos ligeros, son de color gris claro, con alto contenido de arena (50-60%) que propicia el drenaje excesivo. Esto hace que requiera un mayor numero de riegos de auxilio para obtener rendimientos altos.(14)

Debido a que la erosión por viento degrada la calidad del suelo modificando propiedades importantes del suelo para un óptimo crecimiento y productividad de un cultivo, se realizó un estudio que evaluó propiedades y productividad de un suelo areno-arcilloso erosionado por 9 años causando la perdida de 10cm de superficie del suelo. Se evaluaron algodón y sorgo forrajero por dos años resultando en un 34%menos de peso en bellotas en suelos erosionados. Debido

a que la erosión aumenta el contenido de arena causando un cambio en la superficie textural.(23)

5.- MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Región de estudio.

El estudio se realizó en el Valle de Mexicali, específicamente dentro de la región algodонера la cual pertenece al Distrito de desarrollo rural(DDR) 002 y que se encuentra situado en la parte noreste del estado de Baja California, y Noroeste de Sonora, entre los paralelos 32° 65' de Latitud Norte y los 114°97' de Longitud Oeste y los 32° 15' de Latitud Sur y los 115°12' de Longitud Este del meridiano de Greewich. El Valle de Mexicali, B.C. es parte de la unidad fisiográfica formada por el Delta del Río Colorado, dentro del cual se encuentran los Valles Imperial y Yuma en los E.U.A. , Valle de Mexicali y región de San Luis Río Colorado Sonora, en México, donde el cultivo de algodonoero históricamente ha sido desde una perspectiva economica el principal cultivo durante el ciclo de primavera-verano.

5.2 Marco muestral

Para realizar el siguiente estudio se consideró como población objetivo a todos los productores de algodón del ciclo primavera-verano 2001 que realizaron su actividad dentro de los límites del Valle de Mexicali. En total la población alcanzó un número de 1,681 predios.

Tamaño de muestra.

De total de la población se tomó una muestra que una confianza de 0.95, y un error máximo de 0.5 resultando 255 elementos. Adicionalmente se incluyeron 30 elementos para poder llevar las sustituciones necesarias, quedando un total de muestra de 286 predios. Los números antes especificados son resultado de aplicar el siguiente procedimiento de selección de tamaño de muestra.

El tamaño de muestra para la estimación de proporciones.

El tamaño de la muestra sin reemplazo que asegura que la proporción muestral P esta en el intervalo $\pi - B$ a $\pi + B$ con probabilidad $1 - \alpha$ es:

$$\frac{N \frac{N\pi(1-\pi)}{(N-1) D^2 + \pi (1 - \pi)}}$$

Donde: $D = B / Z_{1-\alpha}$

B = margen de error

π = proporción de la población.

$Z_{1-\alpha}$ = Nivel de confiabilidad estadística $\alpha = 0.95$

N = Número total de productores (1681)

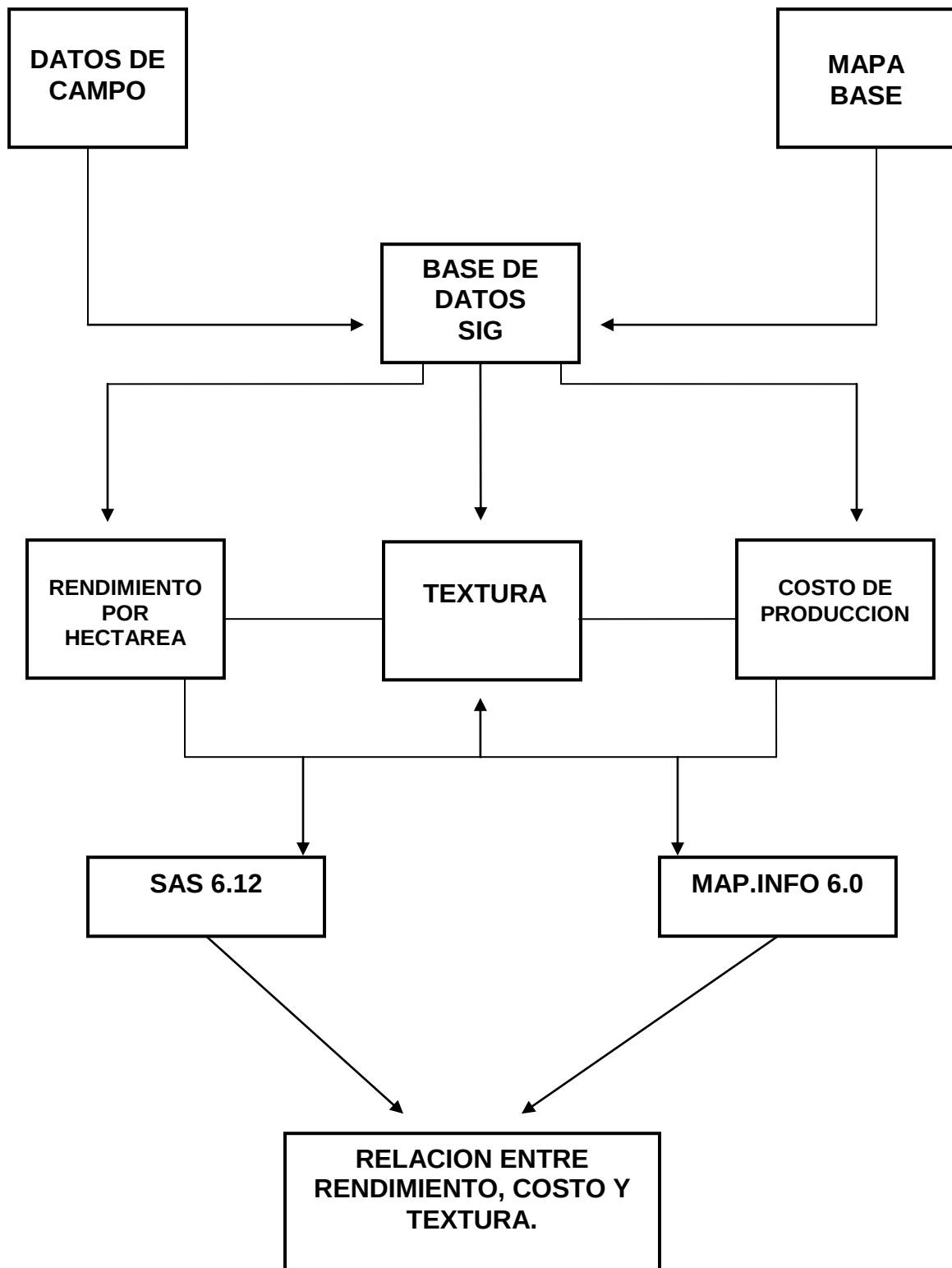
Cada uno de los integrantes de la muestra fue entrevistado directamente por un experto utilizando una encuesta especialmente diseñada para obtener la información deseada. Además se localizó cada predio utilizando un Sistema Geoposicionador GPS, las coordenadas transformadas en unidades UTM se localizaron en el mapa un mapa georeferenciado o mapa base del DDR 002 Río Colorado referente a las texturas con el fin de darle localizar el tipo de textura en que se encuentra ubicado cada productor y completar la base de datos.

5.3 Diagrama de flujo.

Para definir con claridad los pasos a seguir en la búsqueda de la respuesta de la hipótesis planteada se diseñó un diagrama de flujo, y con él tener un esquema claro de los pasos a seguir para llegar al objetivo, iniciando a partir de los datos de campo obtenidos por la encuesta y con el mapa base de texturas, así se formó la base de datos en un SIG que nos permitió manejar toda la información de las variables y los mapas.

Las variables a manejar son el rendimiento por hectárea y costos de producción del algodón siempre en función de la textura, de esta manera se combinaron las variables y se interpretaron tanto en un programa estadístico, en el programa SAS 6.12 y el programa SIG Map Info. 6.0, teniendo como resultado la relación entre rendimiento, costo de producción por hectárea y textura del suelo.

Figura 3.- Diagrama de Flujo del trabajo realizado.



5.4 Creación del SIG.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son programas de computadora que permiten introducir la información disponible sobre una región o área geográfica, creando una base de datos que posteriormente posibilita el realizar consultas y obtener respuestas, en formas de tablas o mapas, en un tiempo muy corto. (9)

La carencia de Mapas digitalizados del Valle de Mexicali limitan la realización de trabajos donde se puedan manejar grandes bases de datos, ya que la ventaja de los mapas digitalizados es la visualización inmediata de resultados, además que se pueden hacer relaciones de variables y representarlas gráficamente creando casos mapas temáticos, mostrando exclusivamente la variable de interés y dándole atributos de colores y formas para su mejor apreciación.

Para este trabajo se utilizó la base de datos resultante de la encuesta que se explica a continuación y se combinó con un mapa base digitalizado correspondiente al mapa de texturas del Valle de Mexicali, B.C. El mapa base digitalizado tuvo que crearse debido a que no existe alguno sobre el Valle de Mexicali.

5.5 Base de datos

Partiendo de la encuesta realizada, se formó una base de datos con la información económico-productiva de los productores de algodón primavera-verano 2002 del Valle de Mexicali, B.C. en formato Excel 2000, exclusivamente con la información relevante para este trabajo. (Ver ANEXO 1).

La base de datos utilizada para este trabajo cuenta con la siguiente información:

Datos generales: los datos generales incluyen: Folio. Nombre del productor. Colonia o Ejido. Predio. Número de hectáreas.

Datos de localización : Coordenadas del predio en latitud y longitud.

Las coordenadas se transformaron a unidades UTM para que fueran compatibles con el mapa georeferenciado, que se encuentra ubicado en UTM.

Datos de producción : Superficie cosechada. Producción obtenida.

Datos de texturas: Teniendo las coordenadas se georeferenciaron en un mapa de texturas del Valle de Mexicali previamente digitalizado, asignándole a cada productor una textura de acuerdo a su localización. textura del suelo para cada predio. Las texturas localizadas fueron las siguientes: textura arcillosa o pesada con una superficie en hectáreas de 40,548 (16.2%) en el mapa se muestra de color amarillo, textura franca o media con 110,607 (44.2%) representado en color rosa y textura arenosa o ligera con 98,845 (39.6%) de la superficie representado en azul.

Datos económico productivo: Rendimiento por ha.y costos de producción

Rendimiento de fibra por Ha.

El rendimiento por hectárea de fibra de algodón para cada elemento muestra se obtuvo partiendo de la base de datos dividiendo el número de pacas obtenida entre el número de hectáreas cosechadas.

Costo de producción del Algodonero por /Ha.

El costo de producción por hectárea se obtuvo sumando todos los gastos de labranza por ha., gastos de insumos por ha. y gastos diversos por ha..

Los gastos de labranza comprenden: toda la maquinaria en la aplicación de bordeo, aplicación de fertilizantes, riego, escarda, aplicación aérea, cosecha y flete, surqueo y limpia, conformación de canales, aplicación terrestre.

Los gastos por insumos comprendieron todo lo relacionado con: fertilizantes (urea, nitrato de amonio, amoníaco), semilla, herbicidas defoliantes, ácido sulfúrico e insecticidas para 3 diferentes insectos, otros.

Los gastos diversos comprenden: Costo de riego, costo de bombeo, costo agua de gravedad, pago de intereses, pago de siembra, pago de seguro agrícola, pago de seguro social, renta de terreno, costo de asistencia técnica.

Una vez sumados los gastos de labranza, insumos y gastos diversos, se colocaron en una nueva tabla para obtener el porcentaje que cada uno de estos rubros sobre el costo de producción total, para cada uno de los productores, esto para un análisis más completo de los resultados. (ver Anexo2)

5.6 Diseño de Mapa base.

El Mapa vector o Mapa Base correspondiente al Mapa de texturas del Valle de Mexicali (ver mapa1) se creó a partir de una imagen raster correspondiente al plano de texturas del Valle de Mexicali a escala 1:100,000 realizado por la SAGARPA en el año de 1979 donde se localizan 3 tipos de suelos ligero, medio y pesado. Este mapa proporcionado por la CONAGUA se encontraba en papel, pintado con colores de palo y no presentaba ningún tipo de coordenadas. Debido a la inexistencia de coordenadas geográficas en este mapa se recurrió a los mapas de INEGI para la localización de puntos conocidos, identificables en el mapa de texturas haciendo de esta manera posible su digitalización. El mapa vector se digitalizó con AUTOCAD 2000 en el laboratorio de cartografía de la Facultad de Arquitectura de la UABC. Con una proyección en UTM zona 11 en la categoría NAD 27 para USA.

La base de datos se vació al programa SIG Map.Info 6.2, donde se realizaron los mapas con las localizaciones de los productores que cumplieran con los requerimientos solicitados.

El interés del trabajo fue generar mapas temáticos que muestren el comportamientos de las variables, rendimiento y costos de producción por hectárea de los productores de Algodonero del Valle de Mexicali, en las diferentes texturas del suelo. Como resultado se produjeron 10 Mapas con base al mapa de texturas del Valle de Mexicali. 4 de ellos relacionados con el

rendimientos de pacas de algodón y 4 relacionado con los costos, tomando en cuenta cada uno de los 3 tipos de texturas.

5.7 Análisis estadísticos.

Para dar respuesta al planteamiento de comportamiento similar de las variables rendimiento y costo de producción por hectárea por las texturas y resaltando en los mapas correspondientes, como un complemento en la elaboración de cualquier tipo de planeación, se procedió a realizar un análisis estadístico el cual consistió en dos fases.

- 1.- Describir el comportamiento de las variables en estudio, independientemente del tipo de textura.
- 2.- Evaluar el efecto del tipo de textura sobre el comportamiento de las variables.

Para lograr el primer punto, se obtuvieron estadísticos descriptivos utilizando el PROC.UNIVARIATE y para evaluar los efectos del tipo de textura se utilizó la técnica del ANDEVA empleando el procedimiento GLM(Modelo lineal general) ambos del paquete Estadístico SAS 6.12.

Cuando se observaron efectos importantes de tipo de textura sobre las variables en estudio se aplicó el procedimiento de comparación múltiple de medias DMS. (Still, Torrie, Dickey, 2000)

Para observar la distribución y variabilidad tanto de los rendimientos como de los costos de producción por ha. comportamiento y distribución de las variables de

interés se les adicionó una gráfica que nos representa la distribución de las variables, logrando un análisis mas completo de la información.

El análisis descriptivo se les aplico a las variables tomando en cuenta cada una de las texturas del suelo presentes en el Valle de Mexicali.

se dividieron los costos en los 3 niveles (los mismos que aparecen en los mapas de costos de producción) bajo, medio y alto, con el fin de saber si en algún nivel de costos existe una diferencia significativa del rendimiento en función de la textura analizada.

Los análisis estadísticos se realizaron inmediatamente después de que se realizaban los mapas, así se podían observar mas fácilmente las variables. Por lo que los resultados se muestran en conjunto los análisis estadísticos con los mapas realizados. Así una vez analizadas las variables de rendimiento y costo de producción de manera general, se procede a realizar un análisis estadístico donde se relacione el rendimiento de fibra de algodón con el costo de producción para cada textura. Empezando en este caso con la textura pesada y así sucesivamente hasta terminar con la ligera

6.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Mapa base: texturas del suelo del Valle de Mexicali.

A partir de este mapa se realizaron todos los mapas relevantes para este trabajo ya que corresponde al mapa de texturas del Valle de Mexicali . Este mapa es el que llevo mas tiempo en su realización debido a la dificultad de trabajar con mapas que no presentan coordenadas.

En el Mapa 1. Se obtuvieron las siguientes texturas:

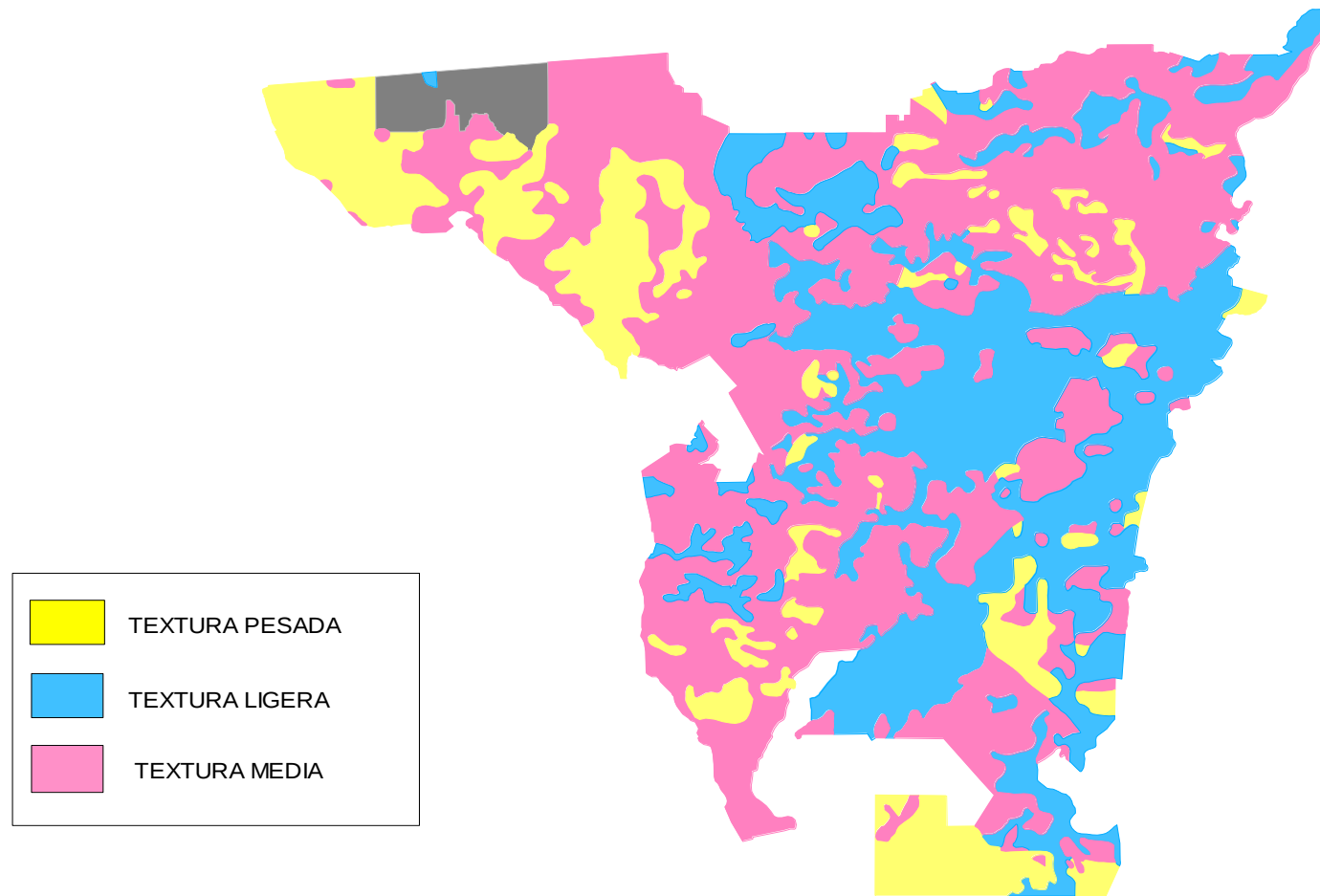
Textura arcillosa o pesada con una superficie en hectáreas de 40,548 (16.2%)(amarillo)

Textura franca o media con 110,607 Has. (44.2%)(rosa)

Textura arenosa o ligera con 98,845 Has. (39.6%)(azul).

Algo que cabe mencionar es la inexistencia de mapas edafológicos para el Valle de Mexicali, este mapa representa el primer mapa Digitalizado de Texturas de Suelo para el Valle de Mexicali por lo que tiene un gran potencial para trabajos futuros.

MAPA 1.- MAPA DE TEXTURAS DEL VALLE DE MEXICALI, B.C.

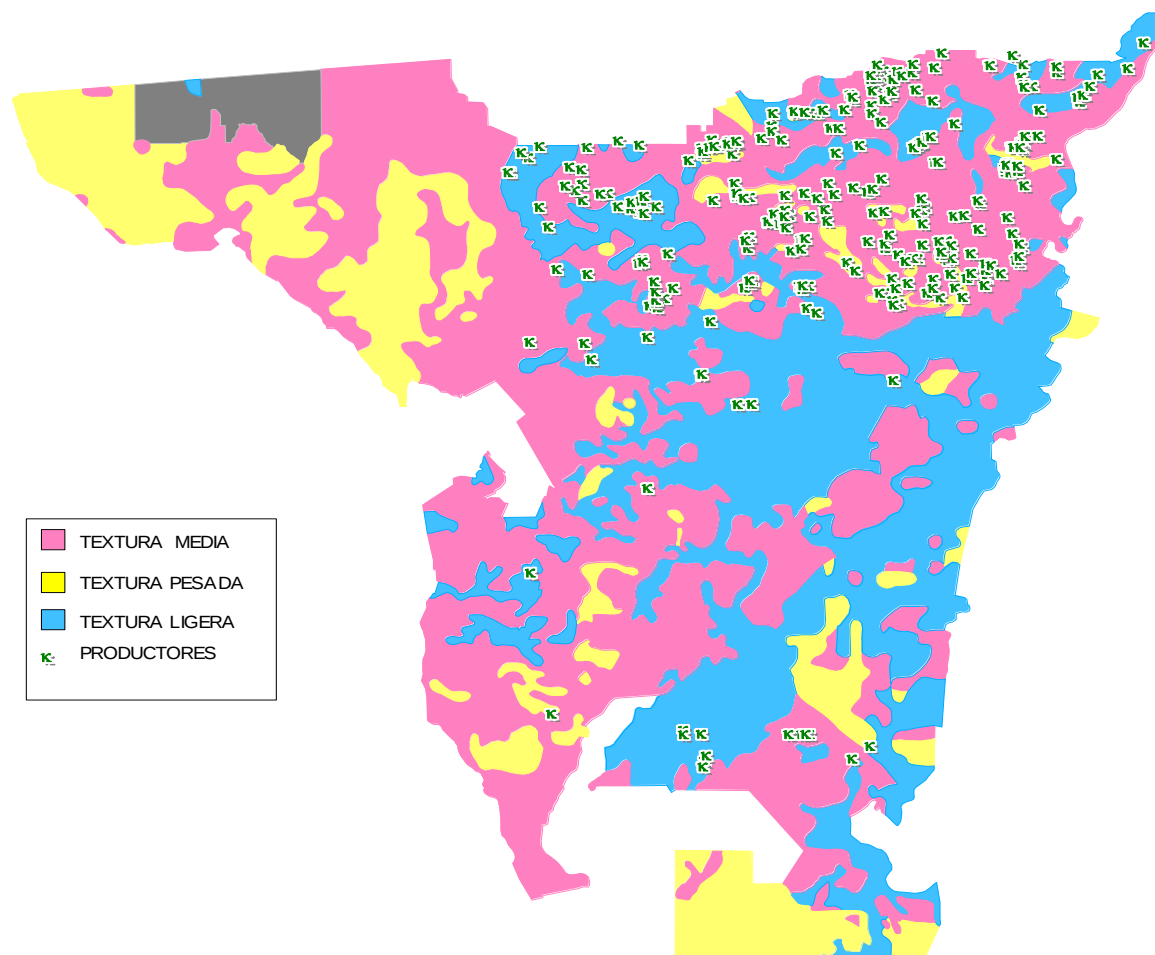


6.2 Mapa: Localización geográfica de los productores de algodónero.

Este mapa se creó con el mapa base más las coordenadas geográficas de cada uno de los productores.(ANEXO1). Con la finalidad de conocer la ubicación exacta de estos en referencia a un mapa y ver si existe una tendencia de los productores por cultivar en una zona determinada.

Así en este mapa se puede observar la localización geográfica de los productores, y que efectivamente existe una tendencia hacia una región en especial, hay una marcada preferencia en la localización de los productores hacia la zona Noreste que es la que cuenta con una mayor superficie de suelos con texturas medias, con 187 productores que representaron el 65% del total de la muestra, el 23% en texturas arenosas o ligeras (66 productores) y únicamente el 12% en texturas arcillosas o pesadas (33 productores), esto podría ser dado a que históricamente los productores siempre han sembrado en esa zona porque saben que tienen mejores resultados. (ANEXO1).

Mapa 2.LOCALIZACION DE PRODUCTORES DE ALGODONERO DEL VALLE DE MEXICALI, B.C.

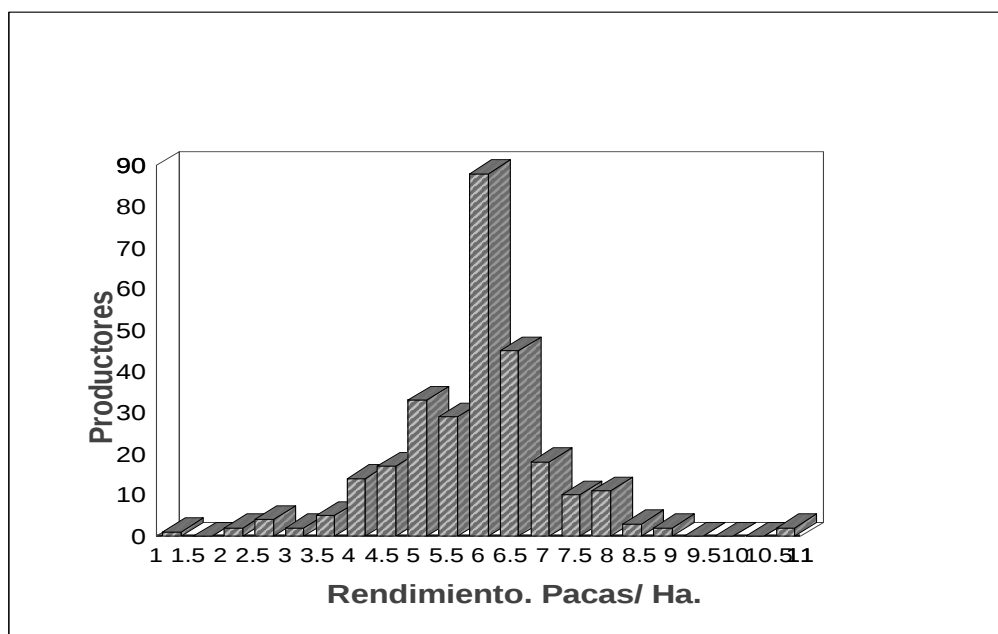


6.3 Estadísticos descriptivos de rendimiento por hectárea de fibra de algodón en el Valle de Mexicali.

Cuadro1.- Análisis general del rendimiento/Ha de fibra de algodón en el Valle de Mexicali.

	n	Media	Moda	Varianza	C.V. Coeficiente de variación	Rango (R)	R.men	R.max
Rend.	286	5.8	6	1.51	21.0%	9.7	1.1	10.8

Figura 4.-. Distribución del rendimiento de fibra de Algodón en el Valle de Mexicali, B.C.



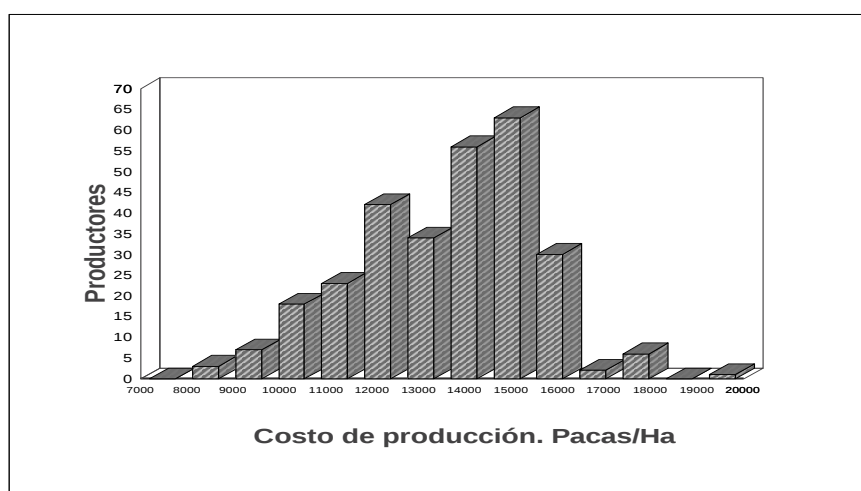
De los 286 datos de rendimiento por Ha se observa en el cuadro 1. que la media en el rendimiento fue de 5.83 pacas por Ha comprado con el historial de rendimiento del alodonero es considerado alto, lo cual muestra que la mayoría de los productores tienen un rendimiento alto en comparación de los últimos años exceptuando el año de 1997 en que el rendimiento se registro de 6.18, siendo el segundo mejor rendimiento en los últimos 20 años. (18).

6.4 Estadísticos descriptivos de costos de producción de fibra de algodón en el Valle de Mexicali.

Cuadro 2.- Análisis general de costos de producción en pesos por Ha.de fibra de algodón en el Valle de Mexicali.

	n	Media	Moda	Varianza	C.V. Coeficiente de variación	Rango	R.menor	R.mayor
costos	286	13434	13593	3719608	14.35%	13243	6716	19960

Figura 5.- Distribución de costos de producción de fibra de algodón en el Valle de Mexicali.



Los costos de producción presentan una compactación entre los 14 y 15mil pesos/ha con ligeras variaciones,(gráfica4) en el cuadro 4 se observó que la media y la moda son superiores a los trece mil pesos es un costo de producción alto comparado con los costos de producción a nivel nacional y mundial ya que estos fluctúan entre los 11,000 y 12,000 pesos por ha, y sin embargo hay que considerar que esta incluido el precio de la renta de la tierra que fluctúa entre los 1500 – 3000 pesos/ha. Como se observa en el cuadro 4.- la tendencia es a tener costos de producción alto, que es lo que puede mermar la rentabilidad del cultivo.. Por otro lado en el análisis estadístico Cuadro 2. se

encontraron diferencias significativas para el rendimiento de acuerdo a las texturas, no así para los costos de producción. Por lo que se generaron mapas que nos muestre los rendimientos y costos de producción del algodónero para cada una de las texturas y tratar con ayuda de los análisis estadísticos encontrar diferencias significativas. Así se presentan 2 mapas uno de rendimiento y otro de costos de producción para cada una de las 3 texturas finalizando con su respectivo análisis estadístico.

6.5 Mapa Distribución del rendimiento del algodónero de acuerdo a su textura.

Para hacer mas explícito los mapas, visualizando y localizando la distribución de los rendimientos por hectárea, se clasificaron a los productores de acuerdo a 3 niveles de rendimiento(bajo, medio y alto). Asignándole un color a cada nivel de rendimiento.

Cuadro 3. Clasificación del rendimiento del algodónero.

CLASIFICACION	COLOR	DESCRIPCION
ALTO	ROJO	RENDIMIENTO MAYOR DE 6 PACAS POR HA.
MEDIO	VERDE	RENDIMIENTO DE 5 A 6 PACAS POR HA.
BAJO	BLANCO	RENDIMIENTO MENOR DE 5 PACAS POR HA.

Esta clasificación se basa en el promedio de rendimiento del los últimos 5 años. (12)

De esta manera se realizó el mapa de rendimiento del algodónero de acuerdo a sus texturas, usando como base el mapa 1 se localizaron a los productores y se les asigno el color correspondiente de acuerdo a su rendimiento.

Como resultado en el análisis geográfico En el Mapa 3. Se puede apreciar la distribución del rendimiento en sus diferentes texturas de acuerdo a su localización

geográfica. Observando a un mayor número de productores con una alta producción alcanzando el 50% del total de productores catalogados en este nivel con una producción mayor de 6 pacas por Hectárea. Por una parte un 30% de los presentes obtuvieron rendimientos menores de 5 pacas por hectárea, situación de muy poca rentabilidad económica, situación que amerita una discusión mas amplia al analizarlos en conjunto con los costos de producción.

La base de datos para este mapa se encuentra en el ANEXO 1. Inmediatamente después de cada mapa se presentan los análisis estadísticos derivados de estos mismos mapas.

6.6 Análisis de varianza(ANDEVA) de rendimiento de fibra de algodón en función de texturas

Cuadro 4. Análisis de varianza para rendimiento de fibra de algodón en función de texturas.

N. 286	G.L	S.C	C.M	F.TABLAS	F.CALCULADA $\alpha 0.05$
TEXTURA	2	12.8	6.42	4.36	0.0137 *
ERROR	283	417.6	1.4		
R ² 0.029					
C.V. 1.214					

* = EFECTO SIGNIFICATIVO $>.01$ y $<.05$ Los datos se encuentran dados en pacas por Ha.

El análisis de varianza al resultar significativo (0.0137) muestra que al menos una de las texturas tiene influencia sobre la productividad del algodonero siendo este significativo se realizó la comparación de medias por DMS.

6.6.1 Comparación de medias por DMS de rendimiento de fibra de algodón en función de texturas.

Cuadro 5.- Comparación de medias por DMS de rendimiento de fibra de algodón en función de texturas.

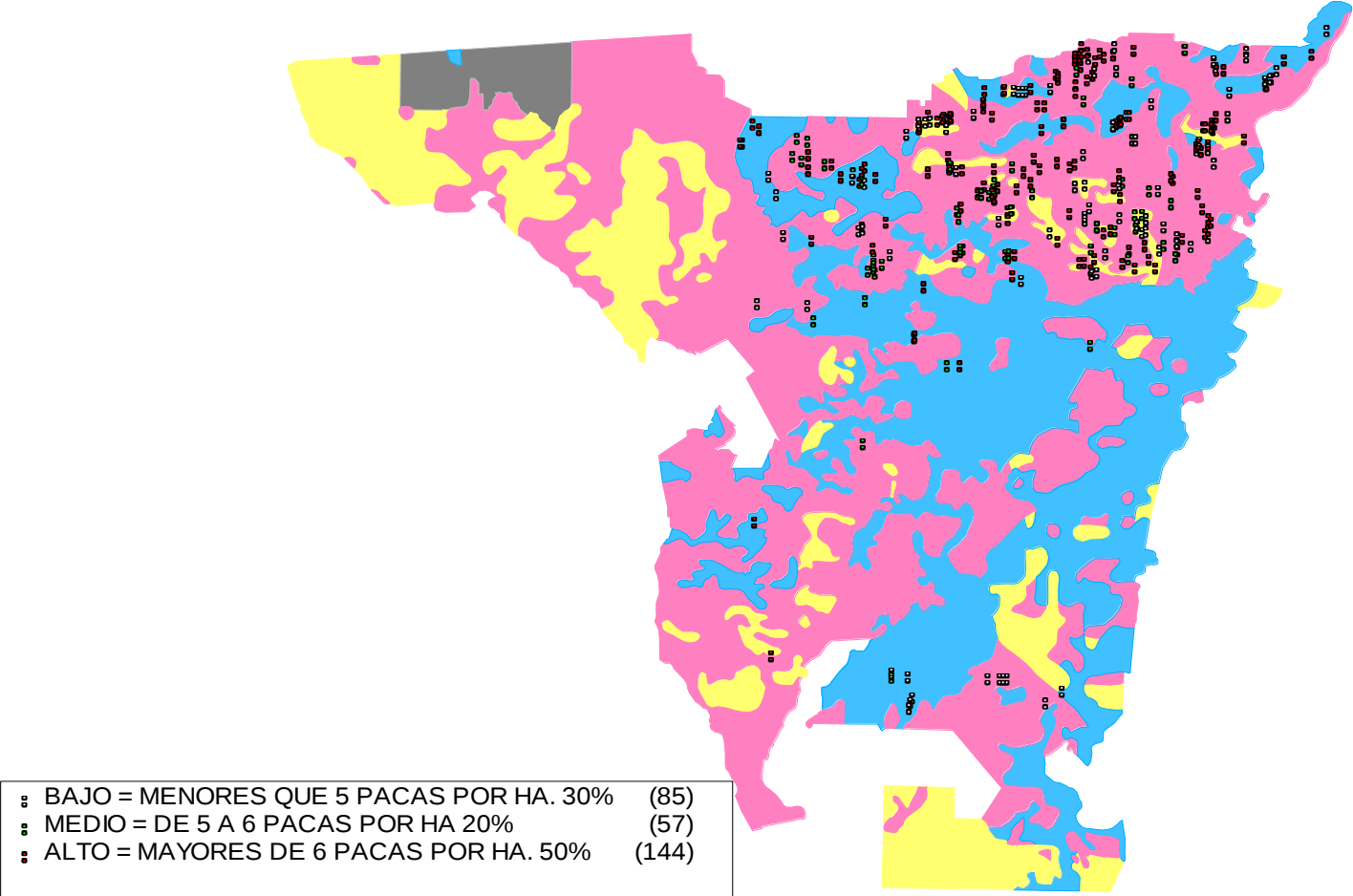
DMS = 0.44 pacas/ha

N	286		
MEDIA		N	TEXTURA
5.9545 a		187	MEDIA
5.9455 a		33	PESADA
5.4500 b		66	LIGERA

medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Al ejecutar la comparación de medias por DMS usando la variable rendimiento en función de textura, se determinó que en la textura ligera hay una disminución significativa de la productividad, no así en las texturas media y pesada que fueron estadísticamente iguales la explicación de esto se encuentra literatura que nos dice que los peores suelos para el cultivo del algodón son suelos con alto contenido de arenas(ligero) ya que esto causa un exceso de filtración del agua requiriendo una lamina de riego mayor para abastecer las necesidades del cultivo afectando la falta de agua el rendimiento de la planta y la calidad de la fibra.

MAPA 3.- DISTRIBUCION DE RENDIMIENTO DE FIBRA DE ALGODON EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.



6.7 Mapa Distribución de costos de producción del algodón de acuerdo a su textura.

Para el análisis de costos de producción se siguió el mismo procedimiento que para el rendimiento por ha. clasificando a los productores en 3 niveles de costos de producción (bajo, medio, alto) y asignándoles un color para cada nivel de costo.

Cuadro 6. Clasificación de costos de producción del algodón.

CLASIFICACION	COLOR	DESCRIPCION
ALTO	ROJO	COSTO MAYOR DE 14,000 PESOS POR HA.
MEDIO	VERDE	COSTO DE 12,000 – 14,000 PESOS POR HA.
BAJO	BLANCO	COSTO MENOR DE 12,000 PESOS POR HA.

Esta clasificación se basó en el promedio de los costos de producción de los últimos 5 años. (SAGARPA).

Este mapa partió del mapa 1, mas los costos de producción por ha de cada uno de los productores(VER ANEXO1), asignándoles una estrella de color del nivel de rendimiento en que se encuentran teniendo como resultado como se observa en el ANEXO2 el promedio en los costos de producción separados en gastos de labranza, insumos y gastos diversos nos dicen que casi el 50% de los costos pertenecen a los gastos de labranza, un 26% de los costos representan los insumos que abarcan los fertilizantes, insecticidas, defoliantes, etc. y por ultimo un 27% en gastos diversos , que contemplan los seguros, pagos de asistencia técnica, renta de terreno, etc.,

por lo que el factor más significativo en los costos lo ocupan la preparación del terreno y gastos de maquinaria en general. El mapa 4. muestra la localización de cada uno de los productores de acuerdo a su costo y en su localización por la textura. A primera vista se ve una tendencia a tener costo de producción ya que el 44% de los productores se encuentran en este rango. Respecto a costos de producción menores de 12,000 pesos/Ha. únicamente el 25% esta dentro de este rango.

El rango en este análisis también es muy grande teniendo costos de producción menores de 7000 pesos/ha. y otros por el contrario de casi 20,000 pesos/ha. Gracias a la base de datos se pudo ver a quien corresponden los costos de producción tan extremos y analizado el comportamiento de estos se ve que los productores que tuvieron buenos rendimientos y bajos costos de producción la diferencia con el resto radica en el rentar tanto el terreno como maquinaria, pues se observó que quienes poseían maquinaria propia y terrenos propios bajaron sus costos de producción sin ver afectado su rendimiento. El otro caso son los productores que tuvieron bajos costos de producción junto con bajos rendimientos por hectárea teniendo el común un apoyo muy pobre en los insumos específicamente en lo que se refiere al uso del ácido sulfúrico, el uso de amoníaco en vez de nitrato de amonio, un pobre uso de insecticidas y herbicidas. de la misma manera en el Mapa 4 se observan una cantidad mayor de productores con altos costos de producción .

6.8 Análisis de varianza de costos de producción de fibra de algodón en función de texturas

Cuadro 7 . Análisis de varianza para costos de producción de fibra de algodón en función de texturas.

N 286	G.L	S.C	C.M	F.TABLAS	F.CALCULADA $\alpha 0.05$
TEXTURA		18211400	9105700	2.47	0.0861 NS
ERROR		1041876917	3681543		
R ² 0.0171					
C.V. 14.28					

NS = EFECTO NO SIGNIFICATIVO

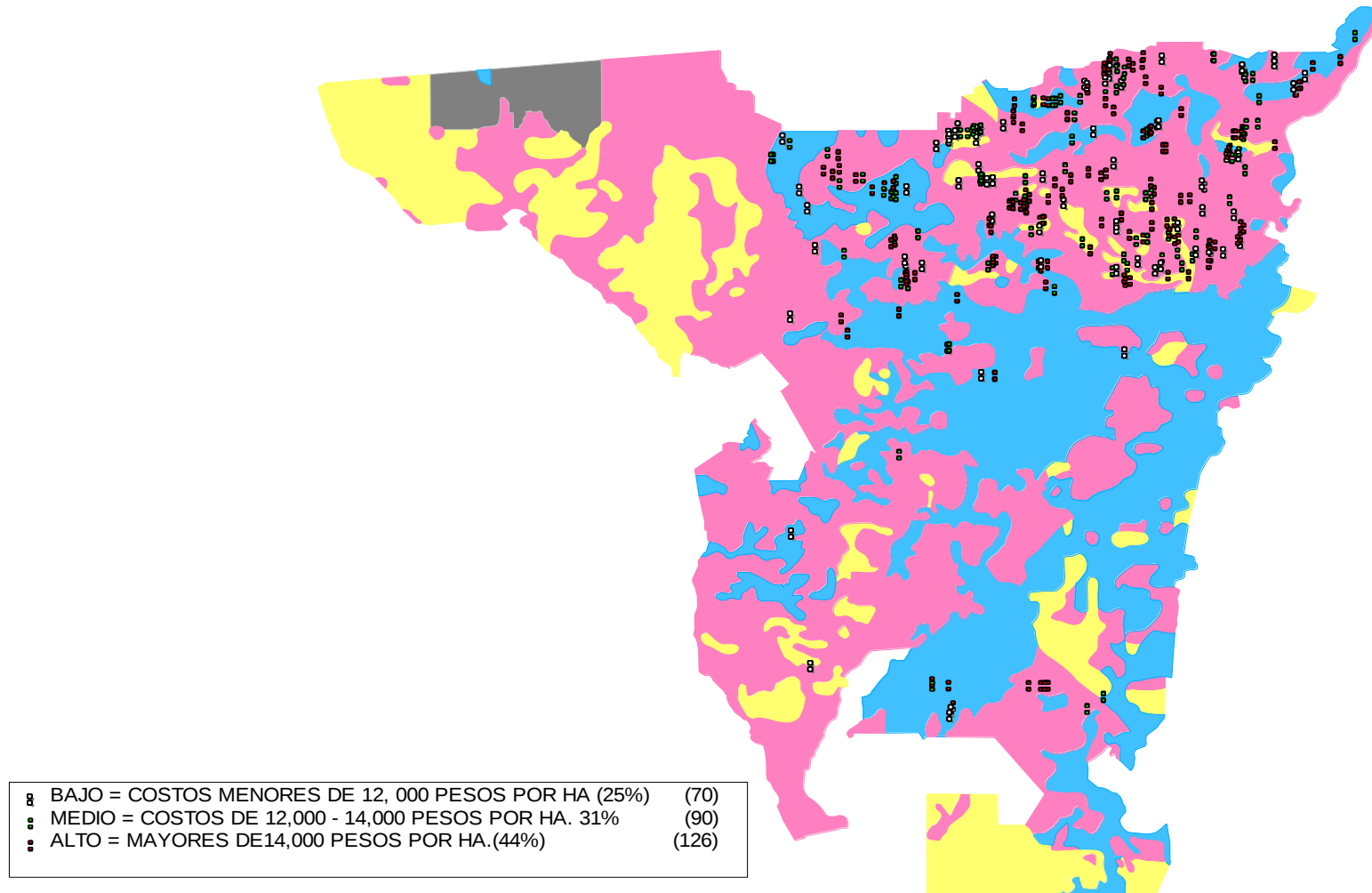
los datos se encuentran dados en pesos por Ha.

En el análisis de varianza que se muestra en el cuadro 5. se ve que no hubo un efecto significativo del costo en función de las texturas en la que se cultivó, esto dice que no hay efecto del tipo de suelo en que se trabajó, con su costos de producción. El paquete tecnológico para el algodonero es muy parecido en cuanto a costos teniendo como consiguiente un gasto muy similar, pudiendo variar en gastos diversos o en insumos dependiendo de las necesidades, las dosis utilizadas y la disponibilidad de recursos.

Los productores que se encuentran en los casos extremos de costos descritos en la pagina anterior, son estadísticamente no significativos, por lo que el análisis de varianza no muestra diferencias significativas, en el mapa 4. se puede ver esto de una manera general ya que hay una cantidad parecida de

productores para cada nivel de costo distribuidos en todas las texturas, teniendo porcentajes de costos muy semejantes.

MAPA 4.- DISTRIBUCION DE COSTOS DE PRODUCCION DE FIBRA DE ALGODON EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.



6.9 Mapa .Distribución del rendimiento del algodónero para textura pesada.

Una vez analizado la distribución del rendimiento en las texturas en general, se revisa su comportamiento de manera particular, en este caso iniciando con la distribución del rendimiento en textura pesada.

Este mapa se generó partiendo del mapa 1 donde se seleccionaron solo los productores correspondientes a textura pesada,(ANEXO3), se ubicaron geográficamente y se les otorgó una estrella de color del nivel de rendimiento en que se encontraron de acuerdo con la tabla 1, teniendo como resultado el mapa 4, donde se observó a diferencia de lo que se podría esperar, en la textura pesada se obtienen altos rendimientos, aunque es un numero reducido de productores que se localizan en este tipo de terreno (33 productores);

Con una posible explicación de los resultados encontrados se tiene que las zonas de tierra pertenecientes a esta textura, se encuentran rodeadas por textura media, por lo que la textura aun cuando se encuentra en el parámetro de textura pesada, el contenido de arcilla probablemente no sea lo suficientemente alto como para evitar un adecuado desarrollo de la raíz, pudiendo lograr altos rendimientos, así mismo el tipo de textura donde se encuentran ubicados estos productores, definitivamente no es del tipo de la serie Imperial, como la localizada en la parte Noroeste del Valle de Mexicali. Al cuestionar a expertos conocedores del suelo de esta región explican que al describir un perfil de suelo en las localidades donde se encuentran los predios en textura pesada, en la parte superior del suelo en el Horizonte B del mismo, se localiza limo y arena en

cantidades considerables, esta pudiera ser la causa de encontrar altos rendimiento en esta región, ya que definitivamente el suelo cuenta con un drenaje adecuado, excelente penetración de aire, y no se encuentran dentro de las arcillas de tipo 2:1 como en el caso de la serie Imperial donde es muy difícil cultivar algodón con éxito y alto rendimiento.

Cuadro 8.- Numero de productores y rendimiento de algodonero en textura pesada.

CLASIFICACION RENDIMIENTO	COLOR	NUMERO PRODUCTORES
ALTO	ROJO	19
MEDIO	VERDE	3
BAJO	BLANCO	11

6.10 Mapa Distribución de costos de producción en textura pesada.

Siguiendo el mismo procedimiento para la realización de mapas de rendimiento por ha. en cada una de las 3 texturas se creo este mapa partiendo del mapa 1 donde se seleccionaron los productores correspondientes a textura pesada se ubicaron geográficamente y se les otorgó una estrella de color del nivel de costo de producción en que se encontraron.

Estos mapas representan de manera gráfica los resultados obtenidos que se obtienen estadísticamente, de esta manera complementan los resultados, haciendo el trabajo mas informativo, detallado y mas personalizado.

Cada uno de los mapas obtenidos contó con una tabla donde se muestra los datos correspondientes de cada productor. Para la fluidez del texto las tablas se

pueden ver en los anexos. En el Anexo. 10 se puede observar a que productor corresponde este alto costo de producción y se ve que aunque la media general de gastos de insumos y gastos diversos es de 3400 y 3700 pesos respectivamente, el invirtió 1000 pesos mas en cada uno, disparando su costo de producción final, teniendo como rendimiento final 6.4 pacas por ha. Por otro lado el productor con el mas bajo costo de producción (ver anexo) invirtió aproximadamente 1500 menos en insumos y gastos diversos y su rendimiento final fue de 5 pacas por ha. también se puede resaltar otro productor con un costo de producción final menor de 11,0000 pesos/Ha, invirtiendo 1500 pesos menos en gastos diversos, y 1000 pesos menos en insumos, obtuvo un rendimiento final por Ha. de 7 pacas. Seguramente la inversión que realizó este productor, se realizó con la oportunidad que requiere la aplicación de insumos para brindar la máxima rentabilidad al cultivo. La facilidad para identificar este tipo de resultados es una de la grandes ventajas de la utilización de un SIG, ya que podemos individualizar los resultado y hacer diagnósticos, para cada unos de los casos presentes. Como se ve en el Mapa 5. Hay una cantidad similar de productores con alta y baja productividad.

Cuadro 9.- Numero de productores y clasificación de costos de producción del algodón en textura pesada.

CLASIFICACION COSTOS	COLOR	NUMERO DE PRODUCTORES
ALTO	ROJO	8
MEDIO	VERDE	18
BAJO	BLANCO	7

6.11 Análisis de varianza(ANDEVA) de rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres niveles en textura pesada.

Cuadro 10.- Análisis de varianza para rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura pesada

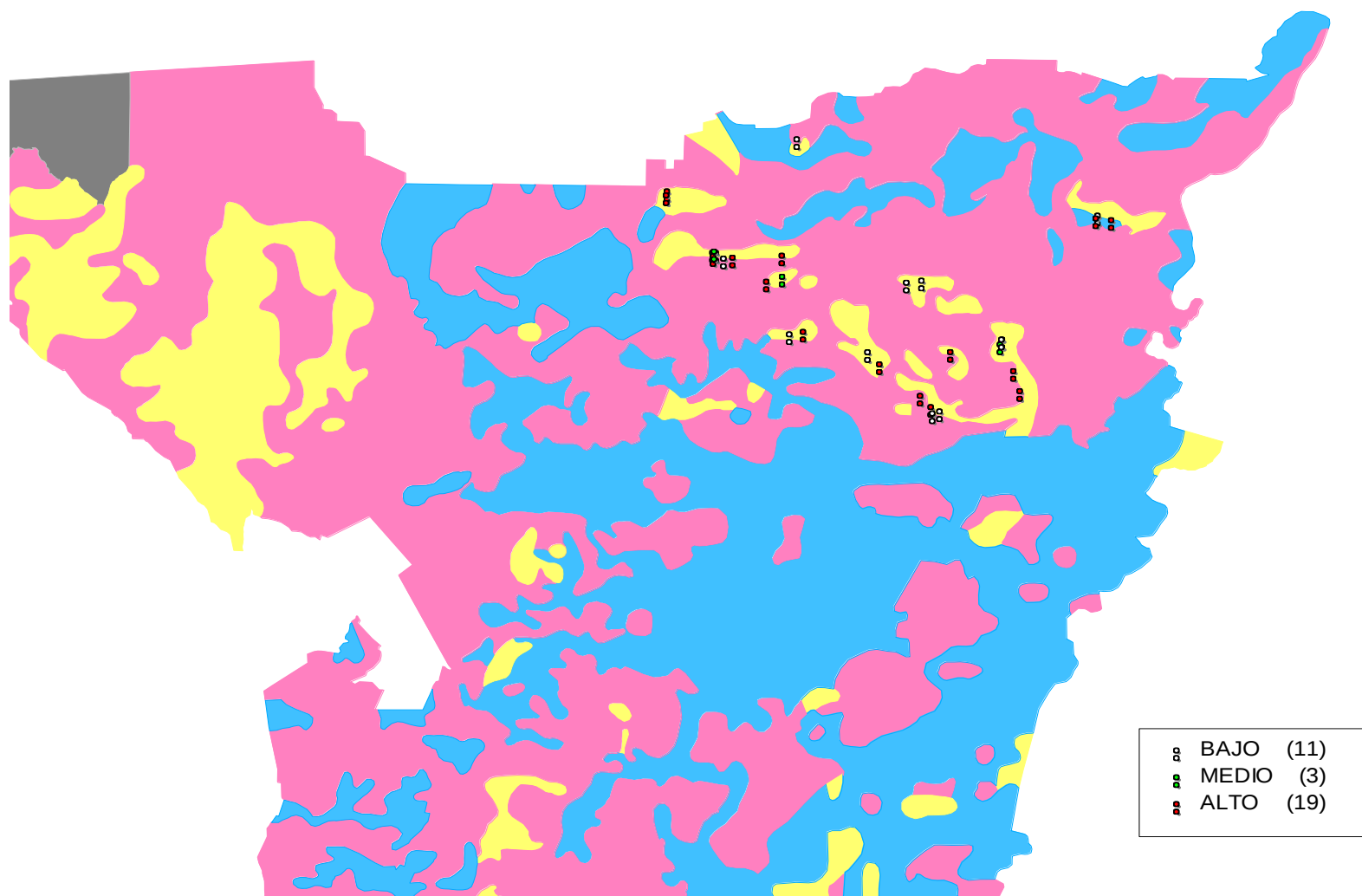
N 33	G.L	S.C	C.M	F.TABLAS	F.CALCULADA $\alpha 0.05$
TEXTURA	2	0.811	0.405	0.35	0.707 NS
ERROR	30	34.77	1.159		
R ² 0.02					
C.V. 18.10					

NS = EFECTO NO SIGNIFICATIVO

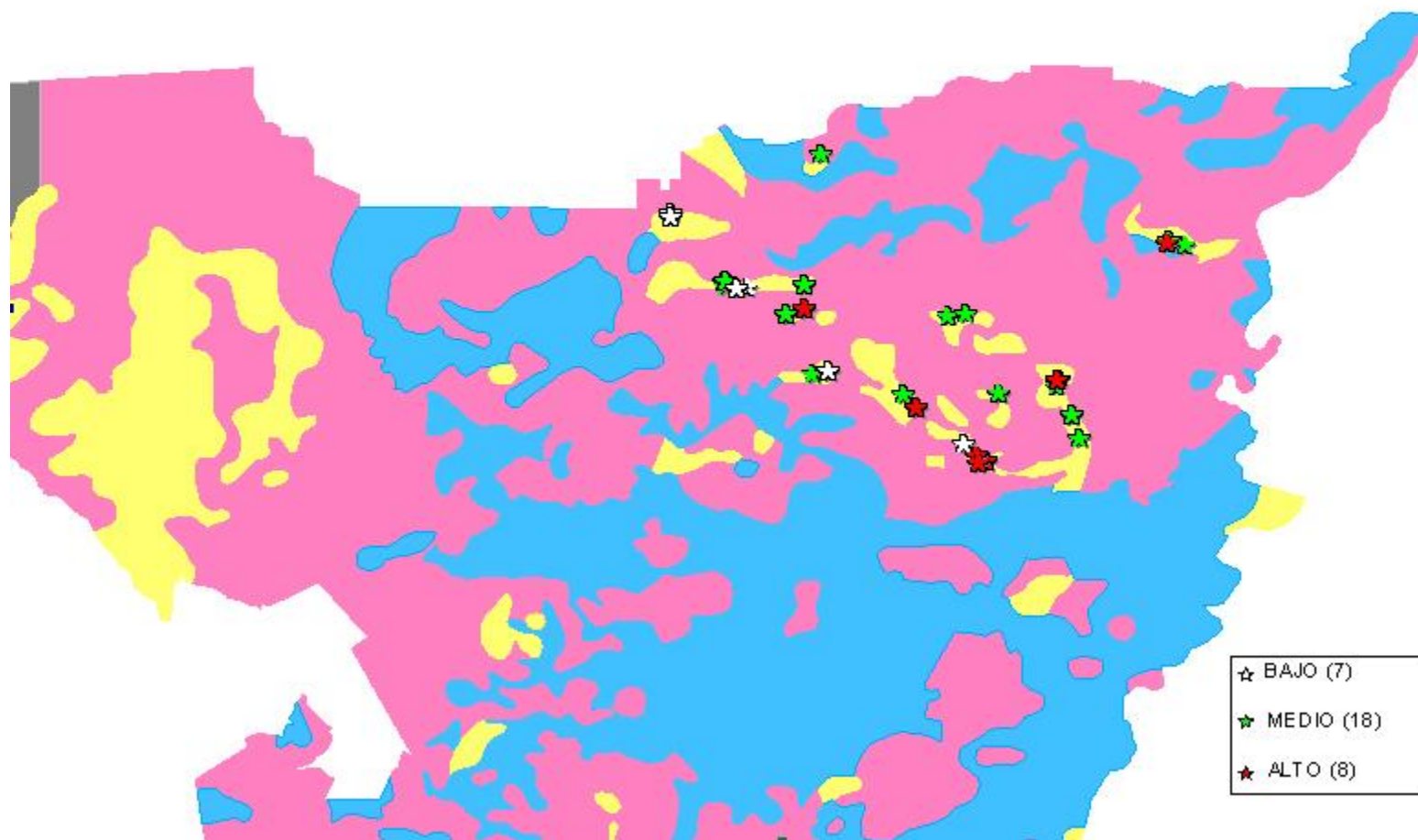
los datos se encuentran dados en pacas por Ha.

Para la textura pesada el comportamiento es muy parecido al mostrado en el análisis de varianza de costos a nivel general ya que no se muestran diferencias significativas de los costos de producción. En los Mapas 7 y 8 se observó la distribución de los rendimientos y costos de producción del algodón en textura pesada. Los productores con mediano rendimiento solo fueron 3 pero los de costo medio fueron 18, por otro lado los productores con rendimientos altos fueron 19 y los de altos costos fueron 8, de esta manera se visualiza el porque no se muestran diferencias significativas en esta.

MAPA 5. DISTRIBUCION DEL RENDIMIENTO DE FIBRA DE ALGODON EN TEXTURA PESADA EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.



MAPA 6.- DISTRIBUCION DE COSTOS DE PRODUCCION DE FIBRA DE ALGODON EN TEXTURA PESADA EN EL VALLE DE MEXICO, B.C.



6.12 Mapa . Distribución del rendimiento en textura media.

Se seleccionaron los productores correspondientes únicamente a la textura media que se encuentran en el ANEXO 4, y usando el mapa base se logró este mapa mostrando la clasificación de los rendimientos en colores como ya se explicó. En la textura media, se obtienen rendimientos ligeramente más altos que en la textura pesada. Al observar el porcentaje (ANEXO10) que juegan los gastos de labranza, los insumos y gastos diversos, el porcentaje en estas dos texturas es muy parecido, de esta manera, no hay diferencia en costos y tampoco en rendimiento. Mas por tradición o porque los mismos productores son dueños de los terrenos, un gran número de productores mas del 60% prefieren la textura media.

Cuadro 11. Numero de productores y rendimiento de algodón en textura media.

CLASIFICACION RENDIMIENTO	COLOR	NUMERO PRODUCTORES
ALTO	ROJO	95
MEDIO	VERDE	43
BAJO	BLANCO	49

6.13. Mapa Distribución de costos de producción en textura media.

El productor con el costo de producción mas alto fue de casi 20,000 pesos, (ver anexo10) invirtió mas de 8000 pesos en insumos, y mas de 1000 pesos en gastos diversos disparándoseles de manera exagera sus costos.

Teniendo como rendimiento final 6.3 pacas por ha. El otro caso extremo fue de el productor con un costo de producción muy bajo de poco mas de 8000 pesos

inviertió menos de 1000 pesos en gastos diversos y 1000 pesos menos de la media en insumos teniendo que obtuvo un rendimiento muy pobre de 4.0 pacas por ha. La generalidad en los costos de producción en la textura media se encuentran dentro de los altos costos de producción. Como se observa en el mapa 9.

Cuadro 12. Numero de productores y clasificación de costos de producción del algodonero en textura media.

CLASIFICACION COSTOS	COLOR	NUMERO DE PRODUCTORES
ALTO	ROJO	94
MEDIO	VERDE	50
BAJO	BLANCO	43

6.14 Análisis de varianza de rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura media.

Cuadro 13.- Análisis de varianza de rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura media.

N 187	G.L	S.C	C.M	F.TABLAS	F.CALCULADA $\alpha 0.05$
TEXTURA	2	13.2	6.62	4.71	0.0102*
ERROR	184	259.03	1.40		
R ² 0.04					
C.V. 19.92					

* = EFECTO SIGNIFICATIVO $>.01$ y $<.05$
los datos se encuentran dados en pacas por Ha.

6.14.1 Comparación de medias por DMS de rendimiento de fibra de algodón en función de tres tipos de costo en textura media.

Cuadro 14.- Comparación de medias por DMS de rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura media.

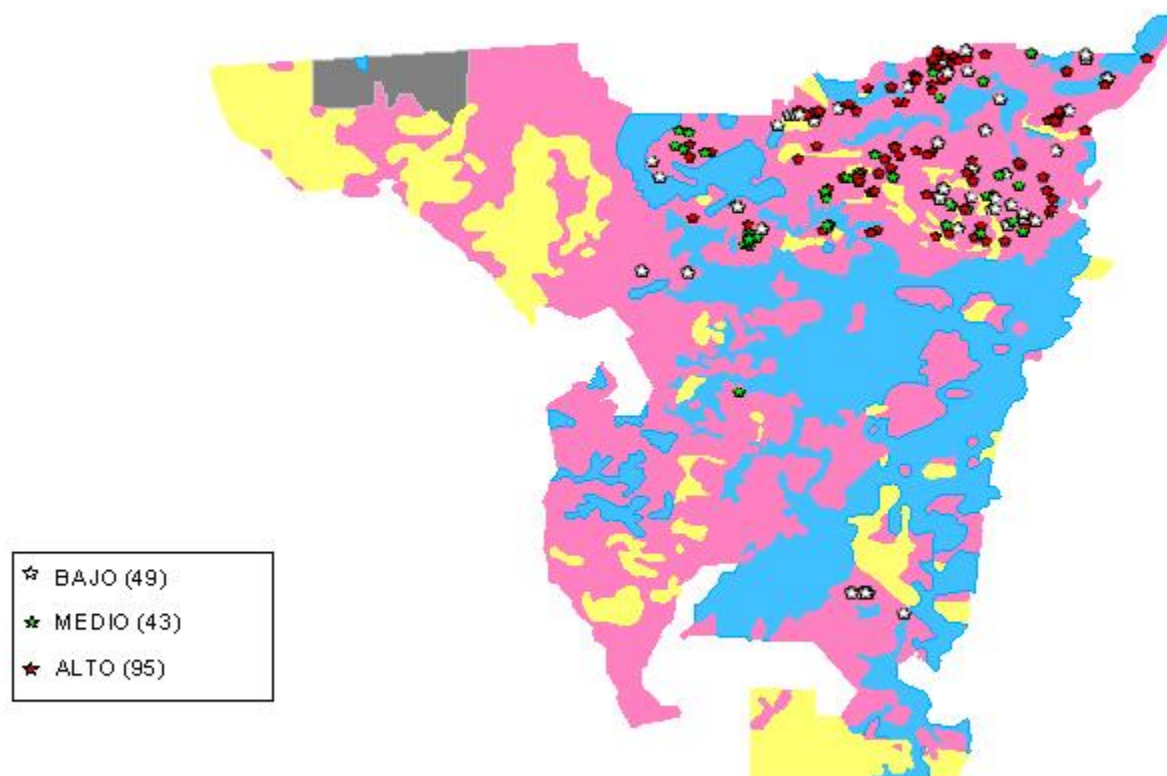
DMS = 0.44 pacas/ha.

N 187		
MEDIA	N	COSTO
6.14 a	94	ALTO
6.0 a	50	MEDIO
5.4 b	43	BAJO

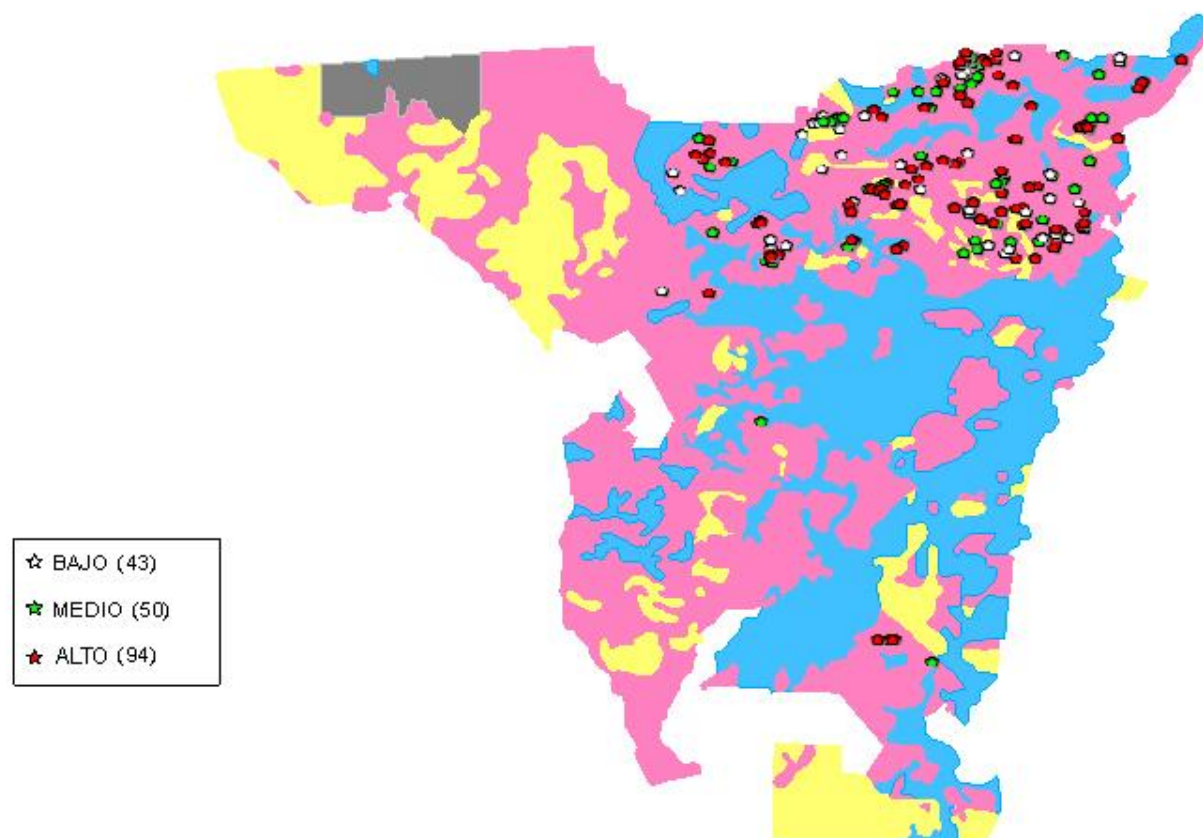
MEDIAS CON LA MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES.

Para la textura media se muestran diferencias significativas de rendimiento en los productores catalogados con bajo costo de producción, llegando a reducirse casi una paca su rendimiento, con esto se denota la importancia de un buen manejo de los costos de producción

MAPA 7 - DISTRIBUCION DEL RENDIMIENTO DE FIBRA DE ALGODON EN TEXTURA MEDIA EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.



MAPA 8.- DISTRIBUCION DE COSTOS DE PRODUCCION DE FIBRA DE ALGODON EN TEXTURA MEDIA EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.



6.15 Mapa Rendimiento de productores de algodónero en textura ligera.

De igual manera que en los casos anteriores se utilizó el mapa base, los datos del ANEXO 5 y se le asignó colores para cada clasificación del rendimiento. Creando este mapa en el que se puede ver En la textura ligera, el rendimiento por ha baja marcadamente a comparación de la textura pesada y media, revisando los porcentajes de participación de los diferentes gastos en el costo de producción (anexo 9) el porcentaje en gastos de labranza es ligeramente mayor ya que rebasa el 50% del costo de producción total, lo que no sucede en la textura media ni en la pesada, puedo suponer que debido al exceso de filtración del terreno por ser arenoso, necesita de un aporte mas grande de ingresos para el área de riego, evitando así que el exceso de filtración no permita que se logre la humedad requerida para el buen desarrollo de la raíz.

Cuadro 15. Numero de productores y rendimiento de algodónero en textura ligera.

CLASIFICACION RENDIMIENTO	COLOR	NUMERO PRODUCTORES
ALTO	ROJO	30
MEDIO	VERDE	11
BAJO	BLANCO	25

6.16 Mapa Distribución de costos de producción en textura ligera.

En el mapa 10 se observa una distribución regular de los costos de producción mas al realizar en análisis de varianza se observa un cambio notable en la relación del rendimiento con el costo en esta textura .

Cuadro 16. Numero de productores y clasificación de costos de producción del algodonero en textura ligera.

CLASIFICACION COSTOS	COLOR	NUMERO DE PRODUCTORES
ALTO	ROJO	24
MEDIO	VERDE	22
BAJO	BLANCO	20

6.17 Análisis de varianza de rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura ligera.

Cuadro 17.- Análisis de varianza para rendimiento de fibra de algodón en función

N 66	G.L	S.C	C.M	F.TABLAS	F.CALCULADA α 0.05
TEXTURA	2	14.0	7.0	4.61	0.0136 *
ERROR	63	95.7	1.51		
R ² 0.127					
C.V. 1.23					

* = EFECTO SIGNIFICATIVO $>.01$ y $<.05$
los datos se encuentran dados en pacas por Ha.

6.17.1 Comparación de medias por DMS de rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura ligera.

Cuadro 18.- Comparación de medias por DMS de rendimiento de fibra de algodón en función del costo definido en tres clases en textura ligera.

DMS = 0.74 pacas/ha

N 187		
MEDIA	N	COSTO
5.9 a	24	ALTO
5.5 a	22	MEDIO
4.8 b	20	BAJO

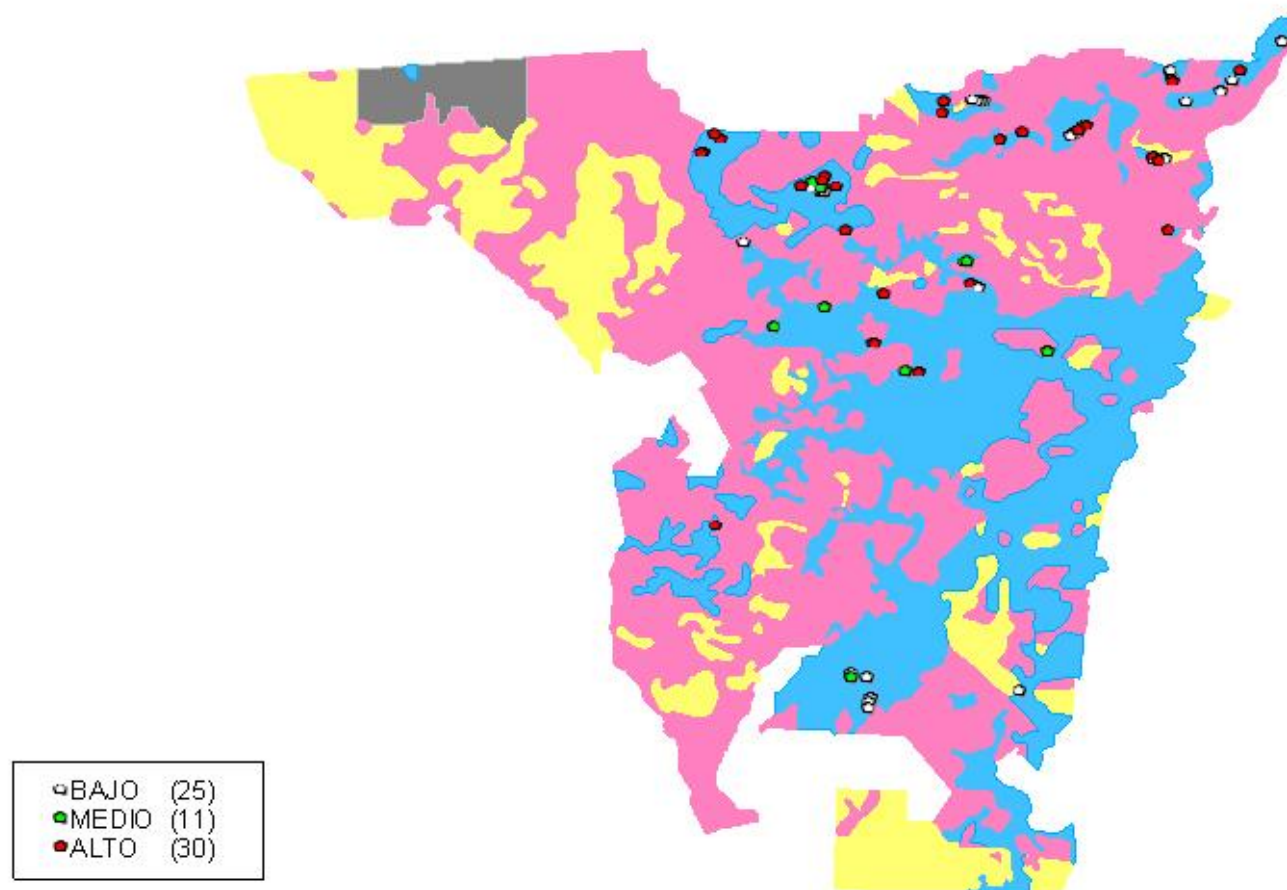
MEDIAS MISMA LETRA NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

El análisis de varianza resultó significativo (cuadro 15) teniendo que por lo menos un nivel de costo de producción tiene influencia en el rendimiento en esta textura en particular. Ya que a medida que el costo de producción es mayor se observó una clara tendencia a incrementar el rendimiento de fibra, pues aunque fueron estadísticamente iguales los costos alto y medio, resultaron diferentes a la inversión baja en costo de producción para la textura ligera. Situación muy lógica como lo muestra el cuadro 16, donde se realizó la comparación de medias por DMS.

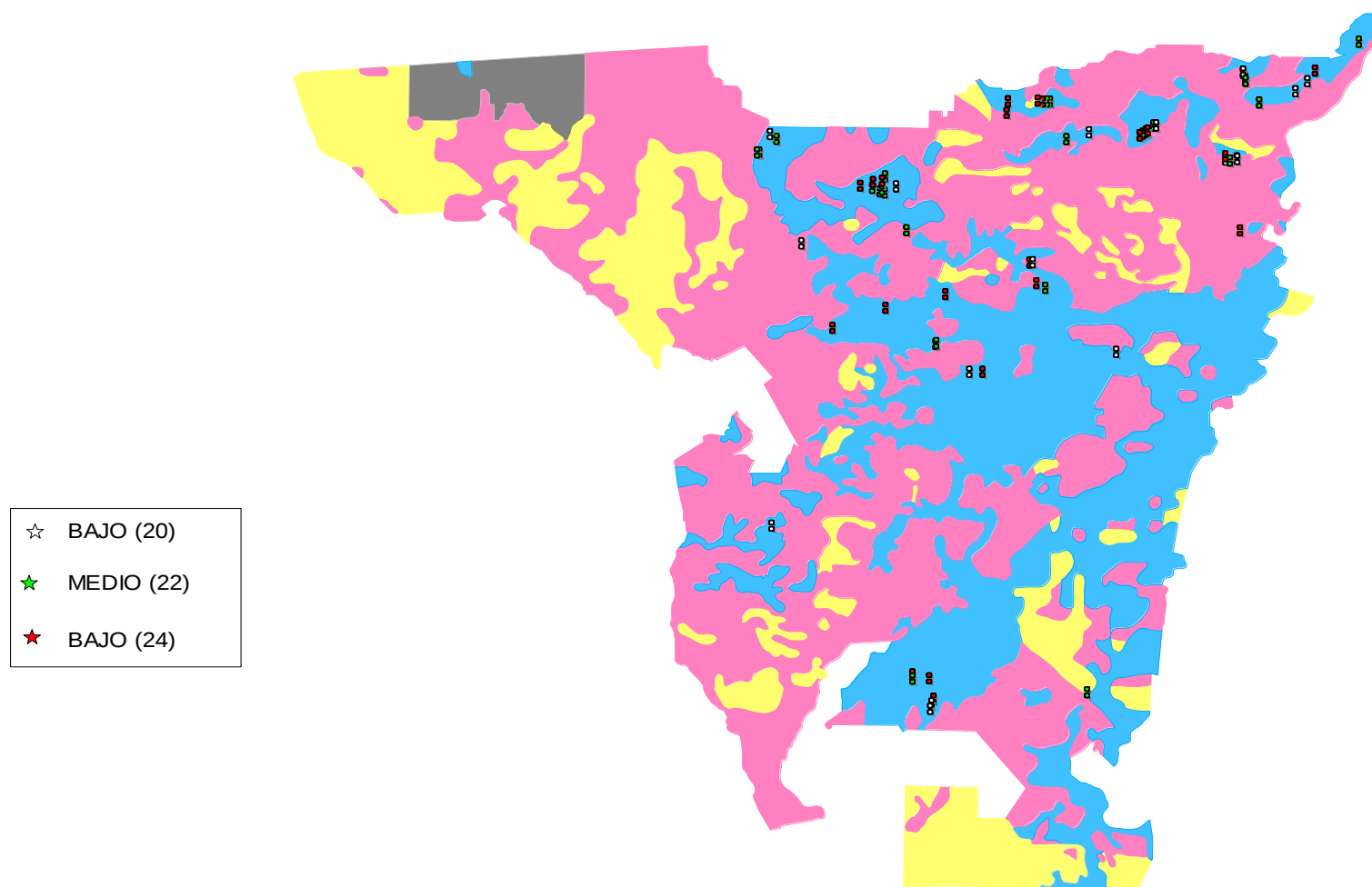
Para la textura ligera, los productores que están en los niveles de bajo y mediano costo de producción tuvieron también significativamente menos

rendimiento que los que invirtieron mas en sus costos de producción, para esta textura en particular produjo un rendimiento de 4.8 pacas/ha que esta catalogado como un rendimiento bajo y poco rentable.

MAPA 9.- DISTRIBUCION DEL RENDIMIENTO DE FIBRA DE ALGODON EN TEXTURA LIGERA EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.



MAPA 10.- DISTRIBUCION DE COSTOS DE PRODUCCION DE FIBRA DE ALGODONERO EN TEXTURA LIGERA EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.



7.- CONCLUSIONES

Existe una relación entre la textura y el rendimiento de fibra, los suelos francos y arcillosos (medios y pesados) tienden a producir mayor rendimiento que los suelos arenosos(ligero) por lo tanto no se rechaza la hipótesis.

A nivel general no existe diferencia entre tipo de suelo y el costo de producción; Existe una relación entre costo y rendimiento de fibra de algodón; a medida que el costo es mayor el rendimiento también tiende a ser mas alto.

En las texturas ligeras esta tendencia es estadísticamente muy marcada, llegando a mermar un bajo costo de producción hasta una paca por ha.

En la textura media esta relación también se da, más no es tan marcada como en la textura ligera, en la textura pesada no se observa estadísticamente diferencia ente rendimiento y costo, si se realiza un diagnóstico particular a cada productor ubicado en esta zona, también se puede observar este comportamiento, aunque de manera general no resulte estadísticamente significativo.

El SIG, es una excelente herramienta para formar una base de datos de alguna región determinada , en este caso resultó muy apropiada para formar una base de datos con información sobre producción de algodón en el Valle de Mexicali., B.C., permitiendo visualizar el comportamiento de las variables de interés en un cuadro, o un mapa.

Mediante la utilización del SIG. Map. Info 6.0 y el análisis estadístico SAS.6.12, permitió determinar la relación que existe entre rendimiento de fibra, costo de producción y la textura del suelo. Visualizando a cada uno de los puntos que

forman la base de datos y mediante el análisis estadístico para determinar su grado de diferencia y confiabilidad de la misma.

8.- LITERATURA CITADA

- 1 Bear, F.R. Koenig, R.T., Miller, B.E. (2001). An alternative Approach to Site Selection and Frequency for GPS Soil Mapping. Journal of Agricultural Systems, Technology, and Management.
- 2 Butler.T (2001, Septiembre) Soil and Soil Fertility. Paper presented at the Meeting of the Stephenville research and Extension Center. Agriculture Program of the Texas A&M University System. Texas.
- 3 Cintra A.M.(2001). Aplicación de índices en la evaluación de la desertificación en la zona semiárida de la provincia Guantánamo. Rev. "Okologische Hefte". No. 14. ISBN 3-929603-93-4. Universidad de Humboldt, Berlín, 2001. Coautora
- 4 Consejo Consultivo Internacional del Algodón. 2001. Costos internacionales de producción del algodónero
- 5 De la Cerda L. R., Medina M. R., Soto O. R., Cárdenas V (1996). Manejo agronómico del cultivo algodónero del Valle de Mexicali.(Folleto técnico abril-1998). Mexicali B.C.: Instituto de Ciencias Agrícolas.

- 6 Herrera Andrade, J.L. (2002).Tecnología de producción para algodónero de ciclo corto en el Valle de Mexicali, B.C. Informe Técnico. SAGARPA. INIFAP. CEMEXI-CIRNO
- 7 Johannsen C. (1996 Octubre). Information requeriments for Agriculture: The next Decade. Proceedings of the Workshop on remote Sensing for Agriculture in the 21st Century. Davis, California.
- 8 McCall. 1990. Fundamental statistics for behavioral sciences. Fith Edition. HB. Publishers.
- 9 Moore F. (2002). Utilización de los Sistemas de Información geográfica en la Agricultura. Agricultura de Precisión en Argentina. Argentina. (disponible en <http://mjuarez.inta.gov.ar/agprecision/GISANDRU.html>)
- 10 Rafiq M. 2000. Costos de producción del Algodonero. Informe técnico del Consejo Consultivo Internacional del Algodón 2000/2001.
- 1 Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación Delegación Estatal en Baja California.2000. Estadística generales del sector agrícola.
- 12 Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación Delegación Estatal en Baja California.(2000). Serie histórica de producción del algodón (pacas).

- 13 Secretaria de Agricultura Y recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro de Investigación regional del Noroeste, Campo Experimental “Valle de Mexicali”. 1994. Guía para producir algodón en el Valle de Mexicali B.C. y San Luis Río Colorado, So. Folleto para productores Núm. 30.

- 14 Servín Jiménez C. (1981). Estadísticas agronómicas del Algodonero en el Valle de Mexicali, B.C. Tesis de Maestría en Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C.

- 15 Shepande S. (2002). Soil and land use with particular attention to land evaluation for selected land use types in the Lake Naivasha Basin, Kenya. Degree of Master of Science in Soil Information for Sustainable Land Management. International Institute for Geo-information Science and Earth observation, enschede, the Netherlands.

- 16 Soria, R.J., Fernández O.Y., Escalona M., Pérez M.,(2000). Predicción de cosechas de maíz a través de tecnología satelital y modelos matemáticos en el Valle de Atlacomulco, Estado de México. Congreso Internacional de geomática. Universidad de Guanajuato

- 17 Universidad de la República Uruguay (2002) Introducción a la utilización del SIG en la planificación y gestión de sistemas de Producción Agropecuarios. Departamento de suelos y agua.
- 18 University of Massachusetts Extension. October 1997. Soil and nutrient management . www.umassvegetable.org/index.html.
- 19 Valderrama C. 2000. Política comercial para el algodón. Consejo Consultivo Internacional del algodón.
- 20 www.ELSA.com.mx/zonasal.html. Producción de Algodón.
- 21 [www. INFOAGRO.COM](http://www.INFOAGRO.COM) Algodón
- 22 www.lewisfirst.com. Soil testing philosophy.
- 23 <http://www.mapa.es/es/sig/pags/sigpac/intro.htm>
- 24 Zobeck T., Bilbro J.D. 1999. Crop productivity and surface soil properties of a severely wind-eroded soil. Paper presented at the 10th International Soil Conservation Organization Meeting. Pardue University.

ANEXOS

CD