



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



**MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MINADOR DE LA HOJA (*Leucoptera coffeella*
GUÉRIN - MÉNEVILLE, 1842) EN EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL ESTADO DE
MÉXICO.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

PRESENTA

ING. ALEJANDRA BARRERA ROJAS

El Cerrillo, Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, 13 de octubre de 2022.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



**MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MINADOR DE LA HOJA (*Leucoptera coffeella*
GUÉRIN - MÉNEVILLE, 1842) EN EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL ESTADO DE
MÉXICO.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

PRESENTA

ING. ALEJANDRA BARRERA ROJAS

COMITÉ DE TUTORES

Dr. José Francisco Ramírez Dávila

Dra. Delfina de Jesús Pérez López

Dr. Martin Rubí Arriaga

El Cerrillo, Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, 13 de octubre de 2022.

INDICE

Resumen.....	1
Abstrac.....	3
I. INTRODUCCIÓN.....	6
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	9
2.1 Origen del café.....	9
2.2 Descripción botánica.....	9
2.2.1 Morfología del Fruto.....	10
2.3 Fenología y desarrollo del café	11
2.4 Importancia del cultivo.....	12
2.5 Limitantes para el cultivo de café	13
2.5.1 Plagas del café.....	13
2.6 Minador de la hoja (<i>Leucoptera coffeella</i>)	14
2.6.1 Clasificación taxonómica	14
2.6.2 Hospedantes y su distribución nacional.....	15
2.6.3 Ciclo biológico de Minador de la Hoja.....	15
2.6.4 Daño e importancia económica.....	17
2.6.5 Manejo y control.....	17
2.7 Estadística espacial.....	18
2.7.1 Geoestadística.....	19
2.7.2 Fases de un estudio Geoestadístico.....	20
2.7.3 Estimaciones de los parámetros del modelo del semivariograma.....	21
2.7.3 Parámetros del semivariograma.....	22

2.7.4 Modelos teóricos del semivariograma.....	23
2.7.5 Krigeado.....	24
2.7.6 Proceso de validación cruzada.....	25
2.7.7 Nivel de dependencia espacial.....	26
2.7.8 Elaboración de mapas.....	26
III. JUSTIFICACIÓN	27
IV. HIPÓTESIS.....	29
V. OBJETIVOS.....	30
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
6.1 Descripción del área de estudio.....	31
6.2 Trabajo de gabinete.....	31
6.3 Trabajo de campo	31
6.4 Infestación.....	32
6.5 Análisis e interpretación de los datos.....	33
VII. RESULTADOS.....	39
7.1 Artículo Comportamiento espacial de minador de hoja, <i>Leucoptera coffeella</i> (Lepidoptera: Lyonetiidae) en cafetales de Temascaltepec, Estado de México, México	39
7.2 Capítulo “Comparación de la Distribución Espacial de Minador de la Hoja (<i>Leucoptera Coffeella</i>) en Cafetales del Estado de México.”	64
7.3 Otros resultados.....	84
7.3.1 Identificación de la presencia de minador de la hoja en campo.....	84
7.3.2 Incidencia.....	85

7.3.3 Análisis geoestadístico (semivariogramas).....	85
7.3.4 Ahorro económico y ambiental	86
VIII. DISCUSIÓN GENERAL.....	87
IX. CONCLUSIONES.....	91
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXOS.....	99

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología del fruto de Coffea.....	11
Figura 2. Curva de desarrollo del fruto del café después de la floración	12
Figura 3. Ciclo biológico de L. coffeella.....	16
Figura 4. Modelos teóricos del semivariograma	20

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica general de Leucoptera coffeella.....	14
Cuadro 2. Parámetros de semivariogramas, semivariogramas y mapas de infestación de Temascaltepec.....	99
Cuadro 3. Superficie Infestada de Temascaltepec.....	134
Cuadro 4. Parámetros de semivariogramas, semivariogramas y mapas de infestación de Amatepec.....	135
Cuadro 5. Superficie Infestada de Amatepec.....	168

Cuadro 6. Parámetros de semivariogramas, semivariogramas y mapas de infestación de Sultepec.....	170
Cuadro 7. Superficie Infestada de Sultepec.....	204
Cuadro 8. Ahorro económico y ambiental Temascaltepec.....	206
Cuadro 9. Ahorro económico Amatepec.....	207
Cuadro 10. Ahorro económico Sultepec.....	209

RESUMEN

La caficultura es el cultivo del café. Este tipo de agricultura tiene unas características especiales que la diferencian del resto de cultivos. Una plantación de café es un ecosistema muy particular que necesita de cuidados específicos. El cafeto es un tipo de arbusto que crece solo en determinadas condiciones de temperatura, humedad y altitud, aunque también depende de la variedad cultivada. La siembra y la cosecha no son los únicos factores importantes en la producción de café, el mantenimiento de los arbustos tiene un papel importante y decisivo para la producción y prevención de plagas y enfermedades, es por eso que el Estado de México se han tomado medidas para su prevención y control de estas; ya que este puede ser muy susceptible al ataque como es el caso de minador de la hoja, por lo que el presente trabajo retoma la problemática con el uso de la estadística espacial, mejor conocida como la Geoestadística.

La presente investigación se realizó con el objetivo de establecer el comportamiento espacial y la estabilidad espacio temporal de las poblaciones de minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*) y el daño en el cultivo de café, en el Estado de México, para lo que se muestrearon 3600 arbustos en tres municipios productores de café de septiembre 2020 a agosto 2021, contabilizando número de insectos plaga presentes y número de hojas minadas, para posteriormente realizar semivariogramas experimentales; los cuales se ajustaron a modelos teóricos, para posteriormente elaborar mapas de superficie infestada. Lo que nos permitió observar que minador de la hoja se distribuye de manera agregada, y presenta focos de infestación que se pueden mantener constantes a través del tiempo (meses); el ajuste que se realizó nos permitió observar que los modelos que más se presentaron fueron de tipo gaussiano y esférico. Lo que nos permite generar un plan de manejo integrado para el control

de minador de la hoja y así evitar defoliaciones que afecten en el cultivo de café, ya que, a su vez, se focalizarían las medidas de control a solo las zonas infestadas generando de esta manera un control consiente para el cuidado del cultivo y principalmente para el medio ambiente.

Palabras clave: Geoestadística, *Leucoptera coffeella*

ABSTRAC

Coffee farming is the cultivation of coffee. This type of agriculture has special characteristics that differentiate it from other crops. A coffee plantation is a very particular ecosystem that needs specific care. The coffee tree is a type of bush that grows only in certain conditions of temperature, humidity and altitude, although it also depends on the cultivated variety. Planting and harvesting are not the only important factors in the production of coffee, the maintenance of the bushes has an important and decisive role for the production and prevention of pests and diseases, that is why the State of Mexico has taken measures for its prevention and control of these; since this can be very susceptible to attack, as is the case with the leaf miner, so the present work takes up the problem with the use of spatial statistics, better known as Geostatistics.

The present investigation was carried out with the objective of establishing the spatial behavior and the space-time stability of the populations of the leaf miner (*Leucoptera coffeella*) and the damage in the coffee crop, in the State of Mexico, for which they were sampled. 3600 bushes in three coffee-producing municipalities from September 2020 to August 2021, counting the number of pest insects present and the number of mined leaves, to later perform experimental semivariograms; which were adjusted to theoretical models, to later elaborate maps of infested surface. This allowed us to observe that the leaf miner is distributed in an aggregate manner and presents infestation foci that can remain constant over time (months); the adjustment that was made allowed us to observe that the models that were presented the most were of the Gaussian and spherical type. This allows us to generate an integrated management plan for the control of the leaf miner and thus avoid defoliation that affects the coffee crop, since in turn, the control measures would be focused on only the

infested areas, generating from this way a conscious control for the care of the crop and mainly for the environment.

Keywords: Geostatistics, *Leucoptera coffeella*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma del Estado de México, por la formación académica y de calidad recibida a través del Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Al CONACyT, por la beca otorgada para realizar los estudios de Maestría.

Al Doctor José Francisco Ramírez Dávila, por darme la oportunidad de formar parte en este proyecto, ser mi tutor académico, por el apoyo, orientación y sobre todo su amistad recibida, por toda la confianza otorgada y por todas sus enseñanzas regaladas en estos dos años, reconociendo que su apoyo fue indispensable para poder culminar este proyecto, por creer en mi gracias Doc.

A mis amigos y compañeros de laboratorio Tere, Esther, Aurelio, Atenas, Denis y Alfredo por esas convivencias, risas, apoyo, motivaciones y más que nada por su amistad, fueron ese sostén para seguir adelante, ¡muchas gracias!

A los Doctores Delfina de Jesús Pérez López y Martin Rubí Arriaga, por todo su apoyo brindado, su paciencia y dedicación para poder llevar acabo esta investigación, así como por contribuir con su experiencia y sus conocimientos para enriquecerme en mi desarrollo profesional.

I. INTRODUCCION

México produce cafés de excelente calidad, ya que su topografía, altura, climas y suelos le permiten cultivar variedades clasificadas dentro de las mejores del mundo, la variedad genérica que se produce en nuestro país es la arábica y su producción se realiza por lo regular en las zonas tropicales. Brasil, Colombia y Vietnam encabezan la lista y México es el 11° productor mundial (SIAP, 2018)

México es considerado como uno de los principales países productores de café orgánico del mundo, destinando 3.24% del total de la superficie cultivada de este producto para esta variedad, y exporta 28.000 toneladas (sobre todo a la Unión Europea), además de tener una gran diversidad de productores, incluyendo a hombres y mujeres, comunidades indígenas, aquellos que se dedican al café de especialidad, grandes, pequeños y en transición (SIAP, 2018).

Algunas ocasiones valorar la taza de café ideal es solo cuestión de conocer un poco más sobre los problemas a los que la producción de café se enfrenta día a día; se tiene que recordar lo difícil que es para los pequeños productores la conservación y producción de calidad del café. En las últimas decenas de años a nivel global hubo un incremento de plagas y enfermedades del café de todo el mundo cafetalero, esto repercutió en una disminución de calidad y aprovechamientos globales. De un tiempo demasiado corto hacia el presente en México se ha registrado un total de 16 plagas que marcan la economía de los pequeños productores, pues la irregularidad en el cafeto, marcan enormemente la calidad del grano de café.

Entre las plagas que amenazan y causan enfermedades del café, sobresalen y se enlistan las siguientes: la roya; la broca del fruto; el minador de la hoja; piojo harinoso del follaje y de la raíz; barrenador del tallo y araña roja (MyCoffeeBox.com, 2015).

El minador de la hoja es considerado como una plaga de época seca, localizada principalmente en las zonas de producción de café de baja altitud, en los últimos años se ha dispersado a las áreas de producción más altas. Las larvas del minador se alimentan de la hoja, causando daño a la planta. En altas incidencias, esta plaga puede ocasionar defoliación severa, afectando los procesos de floración y cuajamiento del fruto. El manejo de la plaga debe realizarse en el marco del Manejo Integrado, implementando estrategias como: muestreo, control cultural, control biológico, natural y control químico.

El monitoreo de las poblaciones de minador de la hoja para el manejo de este es fundamental, ya que con ello se puede tener un panorama de cómo se encuentra distribuido dentro de las parcelas de estudio. Para poder utilizar adecuadamente la información derivada del monitoreo es necesario establecer puntos de muestreo que generen datos con los cuales se podrá visualizar el comportamiento espacial de dicha plaga.

El conocimiento de la distribución espacial de las poblaciones de insectos plaga es de gran importancia para la elaboración de programas de manejo integrado. Tal conocimiento permite el desarrollo exacto y eficiente de métodos de muestreo, de tácticas de control y de valoraciones de riesgo (por ejemplo: perfil de áreas que probablemente tengan poblaciones altas de insectos plaga y pérdidas económicas) (Taylor, 1961; Boiteau et al., 1979; Ruesink, 1980 y Taylor, 1984). La densidad de los insectos también puede jugar un papel importante en la determinación del tipo de relación en una cierta

distribución espacial. En algunos insectos un aumento de su densidad puede cambiar su distribución espacial (Taylor y Woiwod, 1982; Trumble et al., 1983 y Nowierski y Gutiérrez, 1986, Faleiro et al., 2002; Ramírez-Dávila et al., 2002 y Ramírez-Dávila et al., 2005).

Por lo que conocer la distribución espacial de la plaga es de gran importancia para la elaboración de un programa de manejo integrado, desarrollar métodos de muestreo eficientes y con mayor precisión.

El análisis geoestadístico nos ayuda a conocer de manera más exacta y en tiempo real el comportamiento espacial de las plagas dentro de un cultivo. La Geoestadística, además permite elaborar mapas de gran utilidad de la distribución espacial de un organismo (Isaaks y Srivastava, 1988; Rossi et al., 1992; Sciarretta et al., 2001; Blom y Fleischer, 2001 y Ramírez et al., 2002). Dichos mapas pueden ser de utilidad para conocer porcentajes de infestación y realizar aplicaciones en áreas específicas del cultivo.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Origen del café

El cultivo del café está culturalmente ligado a la historia y al progreso de muchos países que lo han producido por más de un siglo. El cafeto es originario de la provincia de Kaffa, en las tierras altas de Abisinia, actual Etiopía, en donde crece de forma silvestre. Las cualidades energéticas del café ya eran conocidas por la tribu Galla de Etiopía en el siglo XI, quienes lo mezclaban con grasa animal. Posteriormente, sería introducido a Arabia, de donde se expandiría al resto del mundo con el dominio turco de Anatolia. Actualmente, la planta se cultiva principalmente en países tropicales y subtropicales como Brasil, Vietnam y Colombia (*Historia del café y su cultivo | Instituto Nacional de la Economía Social | Gobierno | gob.mx, s/f*). El café es un cultivo estratégico en Mexico; su producción emplea a más de 500,000 productores de 14 entidades federativas y 480 municipios; el cual es una especie que ha sido absisa para realizar investigaciones acerca de su producción, uso, economía y biología principalmente.

2.2 Descripción botánica

El café pertenece al género Coffee

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Gentianales

Familia: Rubiaceae

Subfamilia: Ixoroideae

Tribu: Coffeae

Género: *Coffea* (Alvarado & Rojas, 1994)

Los cafetos son arbustos de las regiones tropicales del género *Coffea*, de la familia de los rubiáceos con aproximadamente 100 especies. Tienen hojas persistentes y opuestas y bajo un poco de sombra crecen mejor. Necesitan temperaturas suaves. Comúnmente se cultivan en las regiones tropicales y ecuatoriales, donde siempre es primavera o verano. La época de floración es al comienzo de la temporada de lluvias; sus flores son blancas y perfumadas. Después de ocho o nueve meses aparecen los frutos, que son bayas rojas, brillantes y carnosas que asemejan a las cerezas. Con cada lluvia los cafetos florecen, razón por la cual se pueden encontrar flores, frutos verdes y frutos maduros simultáneamente, por lo que se debe tener mucho cuidado al recoger los frutos (Leon, 1987).

2.2.1 Morfología del Fruto

Los frutos son carnosos y rojos o púrpuras cuando están maduros, rara vez amarillos. Son bayas que se conocen como cerezas de café; en el interior tienen dos núcleos, cada uno de ellos con un grano de café, la semilla de la planta. Las semillas están envueltas por una membrana semirrígida transparente, llamada pergamino, que es la pared del núcleo, y un mesocarpio rico en mucílago, que es una capa de pulpa azucarada. Una vez retirado, el grano de café verde se observa rodeado de una piel plateada adherida, que se corresponde con el tegumento de la semilla (Leon, 1987).

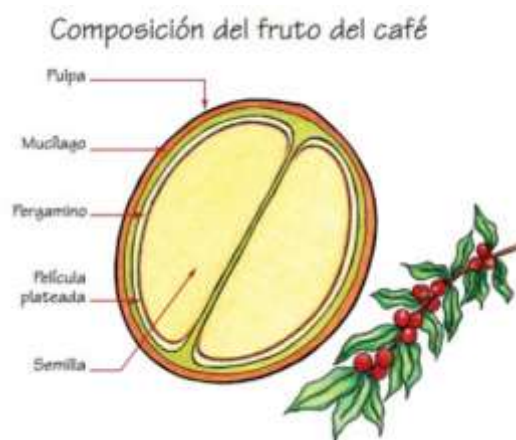


Figura 1. Morfología de fruto de *Coffea*, tomado y modificado de (Vanegas, 2016).

2.3 Fenología y desarrollo del café

De acuerdo con Arcila *et al.*, 2002 (Arcila-Pulgarín *et al.*, 2002), el conocimiento de la fenología es muy importante para la apropiada planeación y manejo de prácticas como la fertilización, control de plagas y enfermedades así como de arvenses, entre otras. Para el cultivo de café los procesos fenológicos como: La floración y su relación con el desarrollo del fruto, determina el número de pases de cosecha al igual que la distribución porcentual de la misma a lo largo del año de igual manera, la floración permite estimar las curvas de desarrollo del fruto y con éstas identificar las épocas críticas para el ataque de plagas y enfermedades, identificar las épocas de mayor demanda de agua y de nutrientes del cafetal a lo largo del año, y en ese sentido, identificar las épocas oportunas de fertilización, épocas críticas para una deficiencia hídrica, épocas de mayor susceptibilidad de los frutos ante eventos climáticos extremos como el granizo, y la defoliación o caída de las hojas por desbalances nutricionales o por ataques de enfermedades e insectos, entre otras.



Figura 2. Curva de desarrollo del fruto del café después de la floración (Arcila, 2007).

2.4 Importancia del cultivo

El café es un cultivo estratégico en México; su producción emplea a más de 500 mil productores de 15 entidades federativas y 480 municipios. Actualmente se consumen 1.4 kg per cápita al año. México produce cafés de excelente calidad, ya que su topografía, altura, climas y suelos le permiten cultivar variedades clasificadas dentro de las mejores del mundo, la variedad genérica que se produce en nuestro país es la arábica y su producción se realiza por lo regular en las zonas tropicales. En México hay 15 estados productores de café; al sur del país, Chiapas es el principal estado productor, aporta 41.0 % del volumen nacional, seguido por Veracruz (24.0%) y Puebla (15.3%) (SIAP, 2018).

En México, la caficultura se considera como una actividad estratégica fundamental, debido a que permite la integración de cadenas productivas, la generación de divisas y empleos, el modo de subsistencia de muchos pequeños productores y alrededor de 30 grupos indígenas y, en forma reciente, de enorme relevancia ecológica, pues más del 90.0% de la superficie cultivada con café se encuentra bajo sombra diversificada, que contribuye a conservar

biodiversidad y como proveedor de vitales servicios ambientales a la sociedad. No obstante, su relevancia, el sector cafetalero ha estado inmerso en las recurrentes crisis por la caída de los precios en el mercado internacional. El café orgánico y de comercio justo son alternativas para poder seguir aprovechando el café como eje de desarrollo comunitario y regional. Esta producción tendrá un mayor potencial en la medida que desencadene o se inscriba en procesos más amplios de desarrollo rural (Palomares, et. al., 2012). El café es un cultivo de importancia social y económica para México (Pérez-Soto et al., 2015).

2.5 Limitantes para el cultivo de café

El café es considerado un monocultivo, por lo que puede llegar a presentar diversos problemas fitosanitarios, donde destacan las plagas y enfermedades; una de las mayores incidencias documentada asociadas a insectos se presenta por algunas especies pertenecientes al orden Lepidoptera de la especie *Leucoptera coffeella* comúnmente conocido como minador de la hoja.

Sin embargo, el café puede estar expuesto al ataque de otros organismos como lo es *Mycena citricolor*, Roya (*Hemileia vastatrix*), Broca (*Hypothenemus hampei*) y Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), respectivamente (Montes R. et al., 2012).

2.5.1 Plagas del café

Se conoce a una plaga la irrupción súbita y multitudinaria de insectos, animales u otros organismos de una misma especie que provoca diversos tipos de perjuicios. Las plagas se dan principalmente por desequilibrios ecológicos, que el hombre en la mayoría de los casos ha propiciado, por lo tanto se debe no procurar realizar ninguna aplicación pesticida sin conocer realmente si existe una plaga y qué tipo de plaga es, para esto se debe

aplicar un manejo integrado de plagas el cual consiste en un monitoreo constante para valorar

la opción: usar enemigos naturales , agentes biológicos y por último aplicar agroquímico específico para la plaga identificada (Estrada León, s/f).

Entre las principales plagas que atacan el café, se encuentra la broca del café (*Hypothenemus hampei*), minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*), cochinillas harinosas de las raíces (*Puto Barberi*), araña roja (*Olygonychus yothersi*) y chumasquina del café (*Monalonion velezungeli*); de este mismo habito pueden llegar a presentarse nematodos donde existen muchas especies que atacan el sistema radicular de los cafetos y se alimentan de su savia.

2.6 Minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*)

El minador de las hojas del cafeto *Leucoptera coffeella* (Guerin-Meneville) es un microlepidóptero de la familia Lyonetiidae, distribuido en toda la región Neotropical, donde se cultiva café. Fue descrita originalmente de las islas de Guadalupe y Martinica en el año de 1842, con el nombre de *L. coffeella* (Guerin-Meneville), considerado por varios autores como un sinónimo (Cantor y Cárdenas, 2001).

El minador de la hoja es considerado como una plaga de época seca, localizada principalmente en las zonas de producción de café de baja altitud, en los últimos años se ha dispersado a las áreas de producción más altas.

2.6.1 Clasificación taxonómica

Cuadro 1. Clasificación taxonómica general de *Leucoptera coffeella*.

Reino:	Animalia
Phylum:	Arthropoda
Clase:	Insecta

Orden: Lepidoptera
Familia: Lyonetiidae
Género: *Leucoptera*
Especie: *Leucoptera coffeella*
(EPPO 2014)

2.6.2 Hospedantes y su distribución nacional

Leucoptera coffeella es una especie que ataca al género *Coffea* y de amplia distribución en la región neotropical, donde se encuentra atacando el cultivo de café en todos los países de centro y Sudamérica (CENICAFE, 2011).

En México, el cultivo del café se distribuye en 15 estados de la república mexicana (Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero, Hidalgo, Nayarit, San Luis Potosí, Jalisco, Colima, Tabasco, México, Querétaro, Morelos y Michoacán), cubriendo una superficie de 737, 376 ha, con un valor de la producción de 5, 593 millones de pesos (SIAP, 2016).

2.6.3 Ciclo biológico de Minador de la hoja.

El minador del café es una plaga que afecta durante la época seca las hojas del cafeto. Es un parásito obligado del café, significa que se alimenta, se desarrolla y completa su ciclo de vida, solamente sobre las hojas de la planta del café (Campos Almengo, 2020).

L. coffeella tiene un ciclo de vida completo pasa por cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adulto.



Figura 3. Ciclo biológico de *L. coffeella*

Huevo: La hembra adulta vive entre 14 a 21 días y oviposita alrededor de 70 huevos que son depositados en el haz de las hojas, son redondos y achatados de color blanco brillante y de aproximadamente 0,3 mm de diámetro (PARRA, 1985).

Larva: La larva inicialmente es de color blanco cremoso y luego toma un color verde claro. Pasa por cuatro estados, cuando está madura mide 5 mm de largo y 0.8 de ancho. Su cabeza es de color café y el cuerpo, es de color amarillo crema en forma de huso. El estado larval del minador puede durar de 9 a 40 días, con un promedio de 15 días (Enríquez *et al.*, 1975).

Pupa: Después de su período larval, pasa por los estados de pre-pupa (2-4 días) y pupa o crisálida para llegar a adulto. La larva prefiere la cara inferior de las hojas para empupar; la crisálida tiene forma de una X, formada por hilos de seda de color blanco. El estado de pupa del minador puede durar de 5 a 26 días con un promedio de 7 días (Enríquez *et al.*, 1975).

Adulto: El adulto es una mariposa de color blanco que mide alrededor de 2.5 mm de largo, la hembra vive durante 5 a 7 días y vuela lentamente, sobre todo en la tarde o en días nublados. Las alas superiores de la mariposa son de color plateado, muy brillantes, anchas en la parte central y alargadas en la punta. Las alas inferiores son más estrechas y cubiertas de escamas con reflejos plateados. La cabeza está cubierta de pelos blancos en forma de escamas (Enríquez *et al.*, 1975).

El minador de la hoja aumenta sus poblaciones en la época seca, debido a que es favorecido por la temperatura alta y la baja humedad relativa (IHCAFE, 1990; Guharay et al., 2000)

2.6.4 Daño e importancia económica

Las larvas se introducen entre las dos epidermis de la hoja, alimentándose del tejido; produciendo minas irregulares, redondeadas, alargadas y en zigzag, donde inicialmente son de color verde pálido y después se tornan de color marrón o negruzco. Reducen la capacidad fotosintética de la planta al causar caída de hojas, lo que la debilita; influyendo directamente en la producción. El daño se percibe más en áreas con poca sombra, por lo que se observa más en las orillas de la plantación (Guharay et al., 2000; Coto y Saunders, 2004).

El minador del café afecta al cultivo del café durante la etapa de desarrollo vegetativo, es una plaga particularmente agresiva en la época seca.

2.6.5 Manejo y control

En México, desde febrero de 2014 *L. coffeella* se encuentra bajo monitoreo dentro del Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria en los estados de Chiapas, Veracruz y Puebla. A partir de 2016 se incluyen los estados de Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Nayarit, Querétaro, Guerrero, San Luis Potosí y Oaxaca dentro del programa de vigilancia epidemiológica de la roya del cafeto, a través de la implementación de parcelas fijas y móviles para la detección oportuna de síntomas o daños (SAGARPA-SENASICA-PVEF, 2016).

Para el control de minador de la hoja en café, y en general para cualquier plaga que se presente en los cultivos agrícolas, debe de estar basado en un monitoreos y manejo de agronómico que se le dio durante el ciclo.

Para el control de minador de la hoja en café, se recomiendan los Manejos Integrados de Plagas (MIP) donde se llevan a cabo una serie de actividades asociadas de manera armoniosa

con estrategias o herramientas disponibles para evitar efectos negativos en la pérdida de biodiversidad, salud humana e incidencia en el ambiente (Campos Almengo, 2020).

Ya que se tiene fijo el cultivo, el control puede presentarse incluyendo prácticas culturales como lo son las podas, el manejo de una buena fertilización para que así las plantas vigorosas logren soportar el daño y su vez produzcan follaje nuevo para reemplazar el dañado y así también aumentar la sombra en aquellos sitios donde es muy escasa (Jiménez-Martínez & Josué Jarquín, 2021).

Por otro lado, el uso de productos químicos para el control de plagas y enfermedades en los cultivos tienen una gran falta de precisión, a causa de la dosis inadecuada en las aplicaciones principalmente, y si el control se vuelve inadecuado pueden surgir otros problemas generando alguna resistencia o alguna plaga secundaria, por lo que también es importante recordar que existen enemigos naturales (parasitoides y predadores) que son susceptibles a los productos químicos por eso es recomendable que las aplicaciones se realicen a los “focos” de infestación (Campos Almengo, 2020).

2.7 Estadística espacial

El termino estadística espacial hace referencia a el conjunto de técnicas estadísticas que cuantifican variables relacionadas con estructura de las distribuciones espaciales. También se ha definido a la estadística espacial como un análisis que utiliza herramientas estadísticas y que tiene una dimensión espacial, esto refiriéndose a la dimensión propia, al objeto de análisis o a las variables que describen el objeto (Rámirez Dávila et al., 2011).

Una de las características del análisis estadístico de datos espaciales es el punto espacial de las localizaciones, y la asociación espacial de los valores observados en diferentes puntos (dependencia espacial), así como la variación de fenómeno en los distintos puntos (heterogeneidad espacial) que se convierte en el foco de investigación.

Todas estas técnicas de análisis espacial se han vuelto relevantes para diferentes ciencias como lo es la Geografía, Biología, entre otras destacando principalmente a la Agronomía. Donde los métodos utilizados para la estadística clásica, en el estudio de distribuciones de organismos se basa en el uso de distribuciones estadísticas e índices de dispersión, los cuales no llegan a presentar congruencia en la exacta localización espacial de la muestra. Ya que presentan resultados indeseables como la falla al diferenciar patrones espaciales diferentes, y las descripciones de los patrones espaciales llegan a ser altamente dependientes del tamaño de las unidades de muestreo y de la relación entre la media y la varianza y no tienen en consideración toda la información espacial disponible. Lo que ha generado que se lleve a cabo el uso de las distintas ramas de la estadística espacial, donde una de sus ramas utilizadas con más frecuencia es la Geoestadística, la cual presenta como ventaja caracterizar la distribución espacial en un espectro de escalas y direcciones múltiples, además de que presenta independencia en la relación entre la media y la varianza (Maldonado Zamora et al., 2017).

2.7.1 Geoestadística

La Geoestadística comprende una serie de métodos y técnicas que permiten analizar y predecir los valores de una variable distribuida de manera continua en el espacio, en el tiempo o en ambos (Moral García, 2004).

Ramírez Dávila *et al.*, 2011 mencionan que se reconoce a la Geoestadística como una rama de la estadística espacial, cuya principal característica es el reconocimiento previo de que los datos muestreados están correlacionados en el espacio de donde han sido tomados, además, parte de la observación de que la continuidad espacial de las variables tienen una estructura particular, desarrollándose herramientas matemáticas para el estudio de estas variables dependientes entre sí, llamadas variables regionalizadas.

La Geoestadística constituye un marco ideal para la ubicación de puntos de muestreo de forma que se minimice la incertidumbre de estimación. Permite establecer el error asociado a la estimación, así como determinar la serie de coeficientes ponderadores para los métodos de extrapolación. Ofrece una manera de describir la continuidad espacial, que es un rasgo distintivo esencial de muchos fenómenos naturales, y proporciona adaptaciones de las técnicas clásicas de regresión para tomar ventajas de esta continuidad (Maldonado Zamora *et al.*, 2017).

2.7.2 Fases de un Estudio Geoestadístico

La geoestadística comprende a un conjunto de herramientas y técnicas que sirven para analizar y predecir los valores de una variable que se muestra distribuida en el espacio o en el tiempo de una forma continua. Todo trabajo geoestadístico tiene que llevarse a cabo en cuatro etapas:

En la Geoestadística, para la correcta obtención de un mapa de previsión de datos, se deben de cumplir cuatro fases claramente diferenciadas:

1. Análisis Exploratorio de los datos: esta primera fase incluye el proceso de verificación de los datos recolectados en campo, y de ser necesario se aplican pruebas de curtosis para regularlos.

2. Análisis Estructural 19 o Variografía: ya obtenidas las bases de datos, se procede a este punto el cual es la creación del semivariograma experimental y su ajuste a modelos teóricos los cuales nos permiten explicar la naturaleza del fenómeno a estudiar. Los modelos a los que se puede ajustar pueden ser Gaussianos, Exponenciales, Esféricos, Logarítmicos, de Efecto Agujero, etc.

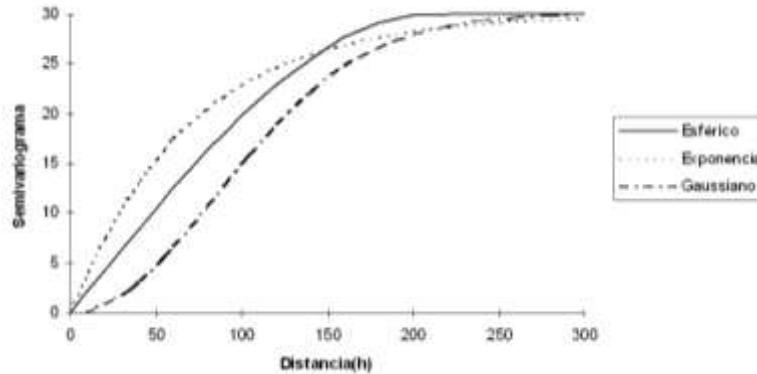


Figura 4. Modelos teóricos del semivariograma.

3. Interpolación o Estimación Espacial. Krigado

4. Validación del Modelo Geoestadístico (Ramírez, 2012).

2.7.3 Estimación de los parámetros del modelo del semivariograma

Estimados los semivariogramas experimentales para cada muestreo de la población del insecto paga en cada parcela, este se ajustó a algún semivariograma teórico. Los semivariogramas teóricos no son más que funciones con una expresión analítica sencilla y que, por ello, se empelan para representar semivariogramas reales. Debe indicarse, sin embargo, que en general sus expresiones no se han deducido a partir de ninguna hipótesis especial, ni pretenden representar procesos específicos. En este sentido, los modelos teóricos de Semivariograma no son realmente teóricos y este apelativo debe entenderse como acuñado por la práctica y no como un calificativo estricto (Englund y Sparks, 1988).

Los modelos de semivariograma deben de cumplir ciertas condiciones:

- 1) De la definición de semivariograma se deduce que $\gamma(h)$ ha de ser idénticamente nulo en el origen.
- 2) $\gamma(h)$ es una función “condicionalmente negativa definida”, o bien, $-\gamma(h)$ es “condicionalmente positiva definida”.
- 3) Como consecuencia de la propiedad anterior, se puede demostrar que el semivariograma debe tener un ritmo de crecimiento inferior a h^2 (Journel y Huijbregts, 1978).

Cuando se habla de modelos de semivariograma, se refiere a una serie de funciones de las que se sabe que satisfacen las condiciones anteriores. Estas funciones son las utilizadas en la práctica para ajustar los semivariogramas experimentales, ya que estos últimos pueden no satisfacerlas y son más incómodos para trabajar con ellos. Los modelos teóricos más comunes son los presentados en la Figura 4.

2.7.3 Parámetros del semivariograma

El Efecto Pepita (Nugget): El semivariograma por definición es nulo en el origen, pero en la práctica las funciones obtenidas pueden presentar discontinuidad en el origen, a esta discontinuidad se le llama efecto de pepita, en inglés (Nugget effect). Puede ser obtenido trazando una línea recta entre los primeros puntos del semivariograma empírico y extender ésta hasta que se intercepte con el eje Y. Si esta intersección ocurre por debajo de cero, el valor asumido por este efecto es cero, pues valores negativos de $\gamma(0)$ no tienen significado y no es común. El efecto pepita se representa como C_0 .

La Meseta (Sill): Es el valor de $\gamma(h)$ para el cual con el aumento de h su valor permanece constante, se representa como $(CT = C + C_0)$ y se denomina meseta. Puede obtenerse

trazando una línea paralela a la abscisa y que se ajuste a los puntos de mayor valor del semivariograma y su valor se lee en la intersección de esta línea con la ordenada.

El Alcance (Range): La distancia h para la cual las variables $Z(x)$ y $Z(x+h)$, son independientes, se denomina alcance y se representa por (a) , es decir, las distancias para la cual los valores de la variable dejan de estar correlacionados, o lo que es lo mismo, la distancia para la cual el semivariograma alcanza su meseta. El alcance siempre tiene valor positivo y puede ser obtenido a partir de la intersección de las líneas descritas en los puntos anteriores, ese punto leído en la abscisa es una fracción del propio alcance, fracción que se detallara posteriormente en la explicación de los modelos teóricos.

Definidos los puntos del variograma experimental, será necesario ajustar a un modelo, llamado variograma teórica, debido a la imposibilidad de trabajar con un variograma como el experimental, ya que carece de una función matemática precisa. Donde los modelos básicos más usados son los denominados esférico, exponencial, gaussiano, potencial, lineal y el efecto pepita puro, entre otros (García, 2004 y González-Olmos, 2012).

2.7.4 Modelos teóricos del semivariograma

Modelo Esférico: Sus características, pues son el alcance y la meseta. Es uno de los más empleados en la práctica, cuando se presenta una distribución espacial en agregados. Se caracteriza porque alcanza la meseta para una distancia finita ($h=a$).

Es indicativo de fenómenos continuos (o con un conjunto a lo sumo numerable de discontinuidades), aunque no derivables. Es decir, fenómenos cuya representación puede presentar quiebros. Es decir, aparecen tanto fluctuaciones de pequeña amplitud, pero gran frecuencia como de amplitud grande y frecuencia baja. Respecto a estas últimas, cabe notar

que las amplitudes máximas están relacionadas con el valor de la meseta, o mejor, con su raíz cuadrada. Análogamente el período máximo (inverso de la frecuencia) será tanto mayor cuanto mayor sea el alcance.

Modelo Gaussiano. También alcanza su meseta asintóticamente. Es utilizado cuando la distribución espacial es en agregados. Este modelo se emplea para representar fenómenos “suaves”, es decir, continuos en todos los puntos y derivables en la mayoría.

Modelo Exponencial: Este modelo es utilizado en casos de una distribución espacial en agregados. También, al igual que el modelo esférico, el semivariograma exponencial es representativo de fenómenos continuos salvo en un conjunto de puntos (en una dimensión), líneas (en dos dimensiones) o planos (en tres dimensiones).

2.7.5 Krigado

En cualquier trabajo geoestadístico, el principal objetivo de este es la caracterización de la variable investigada en todas las localizaciones partiendo de la información suministrada por los puntos muestrales. Los métodos de estimación geoestadística son conocidos como krigado o krigaje (kriging en la literatura inglesa, en honor de Danie Krige, quien formuló por primera vez esta metodología en 1951). Las principales características que hacen del krigado un método de estimación muy superior a los tradicionales, como el inverso ponderado de la distancia, la triangulación, etc., son las siguientes: a) Mientras que los métodos tradicionales utilizan el concepto euclidiano de la distancia para el cálculo de los pesos que se aplicarán a cada dato muestral, el krigado considera tanto la distancia como la

geometría de la localización de las muestras; b) Mediante el krigado se minimiza la varianza del error esperado (diferencia entre el valor real y el estimado). Como el valor real en un punto no muestral es desconocido, el krigado emplea un modelo conceptual con una función aleatoria asociada a los valores reales; c) Los métodos geoestadísticos muestran una gran flexibilidad para la interpolación, pudiéndose estimar valores puntuales o en bloques, así como métodos para incorporar información secundaria que esté relacionada con la variable principal. Todos estos métodos dan lugar a unas superficies muy suaves, además de una estimación de la varianza en todos los puntos, lo cual no puede realizarse con otros métodos de interpolación (Moral García, 2004).

Se mencionan dos tipos de krigado, sin embargo, existen otros tipos que son utilizados de acuerdo con la naturaleza de cada estudio.

Krigado Simple: Se utiliza cuando la variable es estacionaria con media y covarianza conocidas. Krigado Ordinario: Se utiliza cuando la variable es estacionaria con covarianza conocida y media desconocida.

2.7.6 Proceso de validación cruzada

Ajustados los semivariogramas experimentales a alguno de los modelos descritos es necesario la validación. La validación de los diferentes modelos ajustados a los semivariogramas experimentales se realizó con el procedimiento denominado validación cruzada (Isaaks y Srivastava, 1989).

Dicho método ha sido utilizado para evaluar el grado de bondad de un modelo de semivariograma y reconocido como un método óptimo de estimación de sus parámetros. La operación de validar un semivariograma teórico ajustado a uno experimental siempre toma

mucho tiempo, éste se considera como el último de los pasos importantes del análisis de variabilidad, debido a que una vez obtenido este resultado será utilizado en la estimación por kriging en cualquiera de sus variantes.

Este proceso se efectúa sucesivamente en todos los puntos muestrales y las diferencias entre los valores experimentales y los estimados se resumen mediante los denominados estadísticos de validación cruzada (Isaaks y Srivastava, 1989; Hevesi et al., 1992). Los parámetros del modelo a validar (pepita, meseta y rango) se van modificando en un procedimiento de prueba y error hasta la obtención de estadísticos de validación cruzada adecuados.

Estos estadísticos son los siguientes:

- a) Media de **los** errores de estimación (MEE)
- b) Error cuadrático medio (ECM)
- c) Error cuadrático medio adimensional (ECMA)
- d) Además se debe cumplir que la varianza de los errores de estimación debe ser \leq que la varianza muestral (Samper y Carrera, 1996).

2.7.7 Nivel de dependencia espacial

Cambardella *et al.*, 1994 reconocer el grado de relación entre los datos donde menciona la importancia de establecer el nivel de dependencia espacial. Este valor se obtiene al dividir el efecto pepita entre la meseta y expresando en porcentaje el resultado. Si el resultado es menor

de 25% el nivel de dependencia espacial es alta, si se encuentra entre 26 y 75% el nivel de dependencia espacial es moderado y si es mayor del 76% el nivel de dependencia es bajo.

2.7.8 Elaboración de mapas

Validados los modelos de los semivariogramas se empleó método geoestadístico denominado krigado para posteriormente pasar a la elaboración de mapas.

III. JUSTIFICACIÓN

El cultivo del café es considerado como el producto agrícola más importante en el comercio internacional, y una mínima reducción en el rendimiento o un ligero aumento en los costos de producción por efecto de *L. coffeella*, puede tener un gran impacto en los cafecultores y en los países cuyas economías son totalmente dependientes de las exportaciones del café (APS, 2011).

Actualmente, existen cerca de 600 productores de café en el estado de México y alrededor de 230 hectáreas de tierra cultivable. Siendo los municipios de San Simón de Guerrero, Tejupilco, Temascaltepec, Tlatlaya, Amatepec y Tepetlixpa, donde más se produce, ya que son lugares con características importantes para una producción orgánica. Debido a su calidad superior, la demanda de los consumidores ha aumentado (SIAP, 2017).

Este estudio pretende obtener datos que permitan conocer cuál es la distribución espacial de la plaga *Leucoptera coffeella* en el cultivo del café en el Estado de México, los cuales serán de gran utilidad para poder establecer zonas de moderada y alta infestación que requieran un manejo de control cultural, biológico, químico, o el que se considere necesario, así como detectar las zonas que no presenten infestación alguna. Se establecer dicha distribución espacial a través de la Estadística Espacial (Geoestadística y SADIE), se realizara el monitoreo de la plaga durante un año, en los principales municipios productores del estado siendo estos Temascaltepec, Amatepec y Sultepec, para lo que los datos me permitirán representar gráficamente dicho comportamiento espacial en mapas para efectuar un análisis sobre la situación actual y de esta manera apoyar en la toma de decisiones de una manera oportuna, eficiente y pertinente.

La información recabada permitirá realizar programas de manejo integrado, dirigiendo las medidas de control sobre zonas específicas de infestación, que no solamente comprenda la aplicación de productos químicos sino tener la alternativa de utilizar controladores biológicos y culturales, para los cual tener la certeza de que es información confiable, y posteriormente se pueda inferir en un programa sustentable del cultivo de café en el Estado de México, y de esta manera lograr reducir costos de producción y generar menos daño al medio ambiente.

La estabilidad espacio – temporal a corto plazo permitirá detener zonas donde se repetirá la infestación de minador, es decir, lugares donde las condiciones ambientales (sombra, humedad y temperatura), generen espacios favorables para el desove de minador en uno o varios periodos de tiempo durante el ciclo fenológico del cultivo del café. De tal manera que se podrá dirigir no solo las acciones de control sino también las acciones de manejo cultural y preventivo durante el tiempo y el espacio del cultivo.

Por lo que conocer la distribución espacial de la plaga es de gran importancia para la elaboración de un programa de manejo integrado, desarrollar métodos de muestreo con mayor eficiencia y con mayor precisión.

IV. HIPÓTESIS

Leucoptera coffeella (Guérin-Méneville) insecto plaga del cultivo del café, presentará un comportamiento espacial en agregados y una infestación que no será uniforme.

V. OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar el tipo de distribución espacial del minador de la hoja *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville), en tres municipios productores de café en el Estado de México.

5.1 Objetivos Específicos

- Conocer el tipo de distribución espacial del minador de hoja *Leucoptera coffeella* Guérin -Ménéville, 1842, empleando las técnicas de la Estadística Espacial (Geoestadística)
- Comparar los resultados en la determinación del tipo de distribución espacial del insecto entre los métodos de la estadística clásica y los métodos de la Estadística Espacial.
- Elaborar mapas de la distribución espacial de las poblaciones del minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*).
- Establecer el porcentaje de infestación del minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*), utilizando los mapas elaborados.
- Determinar el ahorro económico de medidas de control dirigidas hacia zonas específicas de infestación con respecto a las aplicaciones uniformes tradicionales.

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1 Descripción del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en tres zonas productoras de café en el Estado de México, las cuales son Amatepec (cabecera municipal), Sultepec (Rincón del Cristo) y Temascaltepec (San Andrés de los Gama), se trabajó con una mezcla de arbustos de la variedad caturra y la variedad típica con edad productiva de entre 5 a 10 años.

6.2 Trabajo de gabinete

Se realizó una revisión documental sobre el cultivo de café, su origen, distribución, domesticación, fenología, manejo, etc., así como de *L. coffeella*, su ciclo biológico, dispersión y control. Además, también se revisaron artículos científicos relacionados con estadística espacial y particularmente, Geoestadística, con el fin de comprender el concepto teórico de la herramienta y sus alcances.

6.3 Trabajo de campo

En cada municipio se establecieron 6 parcelas de 5000 metros cuadrados cada una, se delimitaron cuadrantes de 10x10 dando un total de 50 cuadrantes por parcela, en cada cuadrante se eligieron cuatro arbustos de café, teniendo por parcela 200 plantas a muestrear (Moral García, 2004), dando un total por zona de estudio de 1200 plantas donde se llevó a cabo el muestreo. Los arbustos fueron etiquetados con una banda plástica y georeferenciadas mediante un sistema de posicionamiento global diferencial DGPS marca Trimble Garmin

Etrex 10 Exploración Topografía. Posteriormente los datos recolectados fueron ingresados a una base de datos.

Para los muestreos se realizaron de forma catorcena durante un año, a partir del mes septiembre del 2019 al mes de agosto del 2020, contando el número de hojas dañadas. Para lo que se seleccionaron 36 hojas por arbusto, es decir, 3 hojas por rama por punto cardinal (norte, sur, este y oeste), por estrato del arbusto (alto, medio y bajo), de cada arbusto se contaron las larvas e insectos adultos que se encontraban presentes en las hojas. Se consideraron las variables climáticas (temperatura, humedad, dirección del viento y precipitación) de cada zona de estudio consultando las estaciones climatológicas cercanas, para asociarlas con los resultados de distribución espacial de las plagas y sus daños.

6.4 Infestación

Se midió la infestación en las hojas de los arbustos que mostraron presencia de minador de la hoja, donde una vez contabilizados el número de hojas minadas se determinó el porcentaje de infestación para lo que se utilizó la fórmula:

$$\% \text{ HM} = \frac{\text{THM} \times 100}{\text{TH}}$$

%HM= Porcentaje de hojas minadas o infestación

THM = Total de hojas minadas

TH = Total de hojas

Con esta información se determinó el porcentaje de infestación en el lote en cada fecha de evaluación. Se considero como umbral de daño económico para plantaciones de café de

primera cosecha, que se encuentren en floración o en formación de frutos, cuando el porcentaje de hojas minadas (%HM) es mayor que 20%. En otras condiciones del cultivo, el umbral de daño está estimado en 30% de hojas minadas. Si los niveles de hojas minadas se encuentran por debajo del umbral de daño, se debe continuar monitoreando las poblaciones en el lote, cada ocho días (Constantino et al., 2011).

6.5 Análisis e interpretación de los datos

Los resultados que se obtuvieron de campo se procesaron a través de los métodos de la Estadística Espacial (Geoestadística). A continuación, se muestran los pasos que se siguieron para la realización del análisis de resultados:

Estadística Clásica

Tradicionalmente se han utilizado los métodos de la estadística clásica (distribuciones estadísticas e índices de dispersión) para determinar el tipo de distribución que presenta un organismo. En el presente trabajo se utilizarán las distribuciones estadísticas (Binomial Negativa y Poisson) y los índices de dispersión (Índice de Dispersión e Índice de Green). Se realizará una comparación entre la eficiencia de los métodos de estadística clásica y los métodos de la estadística espacial para determinar el tipo de distribución del minador de hoja.

Condiciones para trabajar con Estadística Espacial (Geoestadística)

Se requiere reunir las siguientes condiciones (Chiles & Delfiner, 1999; Fernández-Casal, 2003):

1. Que los datos sean normales, para calcular la normalidad de los datos en este trabajo se utilizara la prueba de Curtosis y el coeficiente de asimetría.

2. Que la variable a estudiar presente una base de heterogeneidad, situación que se cumple en este estudio.
3. Un mínimo de 100 unidades muestréales. Este estudio tendrá unidades muestréales por encima del valor citado.

ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO

Estimación del semivariograma experimental

Con los datos obtenidos de la población de Minador de Hoja en los muestreos realizados se estimará el semivariograma experimental (Isaaks & Srivastava, 1989). Los semivariogramas experimentales se obtendrán con el programa Variowin 2.2 (Software for Spatial Data Analysis) y el programa WinGslib 2002. Estos se realizarán para cada fecha de muestreo.

Estimación de los parámetros del modelo de semivariograma.

Una vez obtenido el semivariograma experimental a través de los muestreos de las poblaciones de minador de hoja, se realizará su ajuste a un semivariograma teórico, los cuales solo son una forma de expresión analítica más sencilla, los cuales se emplean para representar un semivariograma real. Los modelos teóricos más realizados son el modelo esférico, gaussiano, exponencial, efecto pepita puro, logarítmico, efecto monomios o de efecto agujero,(Englund & Sparks, 1988); donde utilizare los modelos esférico, exponencial y gaussiano específicamente, y para ajustar los semivariogramas se utilizara el programa Variowin 2.2 y el programa WinGslib 2002.

Validación

Una vez que los semivariogramas experimentales sean ajustados a alguno de los modelos descritos es necesario validar estos modelos ajustados. La validación de los diferentes modelos ajustados a los semivariogramas experimentales se realizará con el procedimiento denominado validación cruzada (Isaaks & Srivastava, 1989). Con este procedimiento no paramétrico, se elimina un valor muestral y se emplea el método de interpolación geoestadístico denominado krigeado, junto con el modelo de semivariograma a validar, para estimar el valor de la variable de interés en dicho punto muestral a partir de los restantes valores muestrales. Este proceso se efectúa sucesivamente en todos los puntos muestrales y las diferencias entre los valores experimentales y los estimados se resumen mediante los denominados estadísticos de validación cruzada (Hevesi et al., 1992; Isaaks & Srivastava, 1989).

Los parámetros del modelo a validar (C_0 , meseta y a , rango o alcance y el efecto pepita) se van modificando en un procedimiento de prueba y error hasta la obtención de estadísticos de validación cruzada adecuados. Estos estadísticos son los siguientes:

- a) Media de los errores de estimación (MEE): este no debe ser significativamente distinto de 0 (test t), en cuyo caso, indicaría que el modelo de semivariograma permite el cálculo de estimas no sesgadas.
- b) Error cuadrático medio (ECM): Un modelo de semivariograma se considera adecuado si, como regla práctica, el ECM es menor que la varianza de los valores muestrales (HEVESI et al., op. cit.).
- c) Error cuadrático medio adimensional (ECMA): la validez del modelo se satisface si ECMA está comprendido entre los valores $1 \pm 2(2/N)^{0.5}$ (Ramirez Davila et al., 2002).

Nivel de dependencia espacial

La determinación del nivel de dependencia espacial se obtendrá al dividir el efecto pepita entre la meseta, este resultado será expresado en porcentaje. Si el resultado es menor de 25%, el nivel de dependencia espacial se considera alto; si se encuentra entre 26 y 75%, el nivel de dependencia espacial es moderado, y si es mayor del 76%, el nivel de dependencia es bajo (Cambardella et al., 1994; Ruiz Rivera & Galicia, 2016).

Elaboración de mapas

Una vez que los modelos de los semivariogramas correspondientes sean validados se empleará el método geoestadístico denominado Krigado Ordinario para la elaboración de los mapas de densidad del minador de Hoja (*Leucoptera coffeella*). El Krigado es un método de interpolación que permite la estima no sesgada de puntos no muestreados. Para la realización de los mapas se utilizará el Programa Surfer 16.

Superficie infestada

Uno de los objetivos es saber con precisión la zona donde esta infestada por minador de hoja ya que de esta manera se podrán tomar medidas de control sobre las zonas específicas de infestación del insecto plaga, y así en un futuro tener un ahorro económico y así disminuir el uso de agroquímicos aplicados para su control, y con ello también obtener un menor impacto ambiental. Para lograr este objetivo se establecerá la superficie infestada de los mapas elaborados, utilizando para ello el programa Surfer 16.

Ahorro económico y medioambiental

Para el control de minador de hoja en la actualidad se utilizan un sinnúmero de insecticidas, dentro de los que destacan los compuestos por Abamectina es una mezcla de avermectinas que controla los estados larvales del minador, la alimentación y el daño a la planta son mínimos al inmovilizarlos después de la aplicación, la mortalidad máxima se alcanza entre los tres y cinco días después; y la Ciromacyna que es un regulador del crecimiento de los insectos y su actividad se manifiesta al interrumpir la eclosión del huevo, evitar el proceso de muda de las larvas y provocan la formación de pupas deformes que no llegan a su etapa adulta.

En el caso de la Abamectina un producto muy utilizado es el Agrimec con un costo de 1600 pesos/litro y de la Ciromacyna el Trigard con un costo de 1000 pesos /500gr, en dosis de 5.4 y 75 g de I.a. /Ha, los cuales son utilizados de formas alternas para reducir los riesgos inherentes al desarrollo de la resistencia.

Para lo que, una vez obtenido el porcentaje de infestación de la plaga en cada mapa, se podrá calcular el costo al realizar una aplicación normal, tal como lo realizan los productores en las zonas de estudio, y el costo de una aplicación dirigida a áreas infectadas en las parcelas, la diferencia entre ambos valores nos indicara lo que representara el ahorro económico obtenido mediante esta técnica aplicada. De igual manera, se realizará el cálculo al ahorro correspondiente a la cantidad de producto utilizado bajo ambas estrategias de control. Para lo que se calculara utilizando los mapas de krigado una vez determinada la superficie infestada y la no infestada de la plaga. Así se tendrá una idea de la disminución del impacto nocivo que se genera el medio ambiente, ya que, al reducir la cantidad de plaguicidas, se reduce el impacto generado al ambiente. Y así, posteriormente realizar una extrapolación a

la región, y de esta manera se tendrá una idea de la disminución del impacto nocivo hacia el ambiente, ya que al reducir la cantidad de plaguicidas, se reduce asimismo, el impacto medioambiental y se podrá proponer técnicas de manejo sustentable del cultivo del café en el Estado, con el fin de seguir reduciendo costos de producción y de desgaste ecológico, como tal es el caso de los parasitoides *Tetrastichus sp.*, *Viridipyge* y los depredadores como es caso de *Polistes spp.*, *Polybia spp.*, (*Hymenoptera: Vespidae*) estos himenópteros ayudan a regular las poblaciones de la plaga, además de técnicas de manejo cultural como la poda de cafetales.

VII. RESULTADOS

7.1 Artículo

Se registro el artículo “Comportamiento espacial de minador de hoja, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) en cafetales de Temascaltepec, Estado de México, México” ante la Revista Colombiana de Entomología.

The screenshot shows the submission management interface for article Ms 12192. The page title is "Comportamiento espacial del minero har (*Leucoptera coffeella*) en cafetales de Temascaltepec: Ed". The interface includes a navigation menu with "Presentaciones" and a "Flujo de trabajo" (Workflow) section with tabs for "Publicación", "Sumisión", "Revisión", "Edición de textos", and "Producción". Under "Revisión", there is a "Ronda 1" section with the status "Estado de la Ronda 1: A la espera de que se asignen revisores." Below this is a "Revisar discusiones" table with columns for "Nombre", "De", "Última respuesta", "Responder", and "Comento".

Nombre	De	Última respuesta	Responder	Comento
Ms 12192 para revisión externa	entomologia	entomologia	2	
	2022-07-10	2022-08-22		

A blue banner at the bottom of the screenshot reads "Ms 12192 para revisión externa" with a close button.

Participantes

José Francisco Ramírez Dávila (jframirezd)

Revista Colombiana de Entomología

Mensajes

Nota	De
Buenas noches. Les informo que su manuscrito paso a revisión externa. Ya iniciamos la búsqueda y asignación. En cuanto tengamos veredicto me comunicaré con ustedes. Claudia.	entomologia 2022-07-10 09:50
▶ Buenos días, quisiera saber cual es el estatus de mi manuscrito ya que no eh tenido respuesta de su parte, Quedo a espera de su repuesta por favor.	jframirezd 2022-08-12 10:47 AM
Buenos días, A la fecha estamos esperando una revisión y la respuesta positiva de un segundo revisor	entomologia 2022-08-22 09:24

Comportamiento espacial de minador de hoja, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) en cafetales de Temascaltepec, Estado de México, México

Spatial behavior of leaf miner, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) in coffee plantations of Temascaltepec, State of México, México

ALEJANDRA BARRERA-ROJAS¹, JOSÉ FRANCISCO RAMÍREZ-DÁVILA^{2*}, DELFINA DE JESÚS PÉREZ- LÓPEZ³, MARTIN RUBÍ-ARRIAGA³, ESTHER PINO- MIRANDA¹

¹ Estudiante de Maestría en el Programa de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus Universitario “El Cerrillo”, El Cerrillo Piedras Blancas s/n, C. P. 50200, Toluca, Estado de México, México, alebarrerarojas@hotmail.com. ² Profesor-Investigador. Responsable del Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus Universitario “El Cerrillo”, El Cerrillo Piedras Blancas s/n, C. P. 50200, Toluca, Estado de México, México, jframirez@uaemex.mx, [https:// orcid.org/0000-0002-8625-4655](https://orcid.org/0000-0002-8625-4655). *Autor de correspondencia.³ Profesor – Investigador de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus Universitario “El Cerrillo”, El Cerrillo Piedras Blancas s/n, C. P. 50200, Toluca, Estado de México, México.

Resumen: La producción y comercialización del café en México y en el mercado internacional es de gran importancia para la economía de millones de seres humanos en el planeta. En México una de las principales plagas que ocasiona daño económico es el minador de hoja, esta al no ser controlada de forma adecuada puede llegar a generar defoliaciones y a su vez pérdidas económicas. Sin embargo, controlar esta plaga de manera general genera un costo elevado en la compra de agroquímicos, el conocer su distribución espacial será de gran importancia ya que permitirá dirigir las medidas de control hacia zonas específicas de infestación y evitará las aplicaciones uniformes. Este trabajo tuvo como objetivo determinar la distribución espacial de las poblaciones de minador de hoja en cafetales, mediante la aplicación de la estadística espacial lo que nos condujo a realizar mapas de densidad a través del método del krigeado. En los resultados se muestra que las poblaciones del insecto plaga presentaron una distribución de tipo agregada, la cual se reafirma con los mapas de densidad. La distribución de esta plaga se observa muy bien definidas en diferentes áreas de las plantaciones con ayuda de los mapas, lo que resulta útil para tener un control sobre áreas específicas dentro de la parcela.

Palabras clave: Distribución espacial, geoestadística, krigado, mapas de densidad, minador de hoja.

Abstract: The production and commercialization of coffee in Mexico and in the international market is of great importance for the economy of millions of human beings on the planet. In Mexico, one of the main pests that causes economic damage is the leaf miner, since if this is not controlled at the time, we can have defoliation. However, without being able to control this pest in a general way, it generates a high cost in the purchase of agrochemicals, so knowing their spatial distribution will help us to obtain a lower cost of production. Therefore, this work aimed to determine the spatial distribution of the leaf miner populations in coffee plantations, by applying spatial statistics that led us to make maps by means of the "krigeado". The results show that the populations of the pest insect presented an aggregate type distribution, which is reaffirmed with the density maps. The expansions of this pest are observed in different areas of the plantations, which is useful to have control over specific areas.

Keywords: density maps, geostatistics, kriging, leaf miner, spatial distribution.

Introducción

El principal productor de café en México es Chiapas con una producción de 367,789 toneladas seguido de Veracruz, Puebla, Oaxaca, etc. (Valderrama,2020). Actualmente el Estado de México cuenta con aproximadamente 546 ha sembradas de café de las cuales se obtiene una producción de 576 toneladas, estas plantaciones se encuentran distribuidas en varios municipios dentro de los cuales los más importantes son: Amatepec con una superficie sembrada de 338 ha y una producción de 333 toneladas, en segundo lugar se encuentra Sultepec con 50 ha sembradas y una producción de 57 toneladas y Temascaltepec está en tercer lugar con una superficie de 51 ha y una producción de 36 toneladas (SIAP, 2018).

Las plantaciones de café presentan fuertes daños por plagas que se manifiestan en la planta, con pérdidas en la producción (Sadeghian, 2017). Una de las plagas de mayor importancia es el minador de hoja *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae), a esta plaga se le dedica mayor atención pues es una de las que más impacta al cultivo y requieren de la aplicación de medidas para su control (Constantino *et al.*, 2013). Los daños a la planta están dados por las minas producidas por las larvas al alimentarse del mesófilo de la hoja. En un comienzo son verde claras y posteriormente se tornan marrón claro o negruzco, debido a la

acumulación de excrementos (SENASICA, 2016). La forma de las minas es irregular, redondeadas, alargadas y en zigzag (Enriquez, E.; Bejarano, S.; Vila, 1975).

En este trabajo, se utilizaron técnicas geoestadísticas para analizar patrones de distribución de la plaga (*L. coffeella*) en una cadena de parcelas, exponiéndose al final un conjunto de mapas elaborados mediante la aplicación de los métodos de interpolación geoestadísticos. El entendimiento de la distribución espacial de las poblaciones de insectos plaga es de gran importancia para la elaboración de programas de manejo integrado. Tal conocimiento permite el desarrollo exacto y eficiente de métodos de muestreo, de tácticas de control y de valoraciones de riesgo. La densidad de los insectos también puede jugar un papel importante en la determinación del tipo de relación en una cierta distribución espacial. En algunos insectos un aumento de su densidad puede cambiar su distribución espacial (Taylor y Woiwod, 1982; Nowierski y Gutierrez, 1986; Higuera y García, 2014; Tapia-Rodríguez *et al.*, 2020). El trabajo tuvo como objetivo determinar la distribución espacial de minador de hoja en cafetales, mediante la aplicación de técnica de estadística espacial.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo de septiembre del año 2020 a febrero 2021, en 6 parcelas de 5.000 metros cuadrados cada una ubicadas en Temascaltepec el cual es uno de los principales municipios productores de café del estado de México. Todas las parcelas contaban con antecedentes de presencia de minador de hoja.

Cada parcela se dividió en 50 cuadrantes (10 x 10 m), en cada cuadrante se tomaron 4 arbustos al azar teniendo un total de 200 arbustos en todo el muestreo, donde se contaba con cafetos de las variedades Typica y Caturra, un sombreado de entre 30 a 60 % de la superficie total, en la mayoría de las parcelas el manejo en cuanto a podas no se llevó a cabo ni en arbustos, ni en arboles de sombra y el tipo de producción de todas las parcelas fue convencional. Se etiquetó y georeferenció cada uno de los arbustos seleccionados, esto con la finalidad de muestrear los mismos arbustos; utilizando un DGPS (modelo SPS 351, Trimble) para obtener sus coordenadas. Los muestreos se realizaron de forma catorcenal. Se contó el número total de hojas minadas por arbusto seleccionando cuatro ramas por punto cardinal por estrato, dando un total de 36 ramas por cada uno de los arbustos seleccionados.

Análisis geoestadístico. La elaboración de la estimación del semivariograma se llevó a cabo con los datos obtenidos en cada uno de los muestreos por arbusto en cada una de las fechas establecidas, donde se calculó con la siguiente expresión (Moral García 2004).

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i + h) - z(x_i)]^2$$

Dónde: $\gamma^*(h)$ es el valor experimental del semivariograma para el intervalo de distancia h ; $n(h)$ es el número de pares de puntos muestrales separados por el intervalo de distancia h ; $z(x_i)$ es el valor de la variable de interés en el punto muestral x_i y $z(x_i + h)$ es el valor de la variable de interés en el punto muestra $x_i + h$.

Por lo general, la semivarianza nos expone la varianza promedio de pares de puntos a una cierta distancia. Donde para describir una auto correlación espacial de una variable cuantificable, esta se consigue ajustar a un modelo teórico al variograma empírico, a través del procedimiento de validación cruzada para lograr obtener los efectos pepita, rango y meseta del modelo, ajustándolos de manera interactiva (prueba y error) hasta obtener los mejores valores de los estadísticos. El efecto pepita es el valor que nos representa la incertidumbre que se asocia con los datos experimentales o la variabilidad espacial que puede existir en la escala de muestreo utilizada en el trabajo de investigación. La meseta (sill) es la varianza a la cual el modelo del semivariograma alcanza un máximo, pero en algunas ocasiones el variograma empírico se estabiliza a una cierta distancia (Sayad *et al.* 2017). Si z es estacionarias, γ alcanza un valor limite constante llamado meseta ($C + C_0$) que coincide con la varianza σ^2 de z . La distancia a la que se alcanza este valor es llamada rango, este valor define la zona de influencia en torno a un punto, más allá de la cual la auto correlación se vuelve nula (Ramirez Dávila *et al.* 2013).

Estimación de los parámetros del modelo de semivariograma. Obtenido el semivariograma experimental de cada uno de los sitios muestreados, se llevó a cabo el ajuste a algún semivariograma teórico. Donde los modelos teóricos más utilizados en la presente investigación fueron esférico, exponencial y gaussiano. Para llevar a cabo el ajuste mencionado se utilizó el programa Variowin versión 2.2. (Maldonado Zamora *et al.*, 2017).

Validación del modelo teórico. Comúnmente los modelos teóricos usados para ajustar los semivariogramas experimentales son: esférico, exponencial, gaussiano, logarítmico, el efecto pepita puro y el monómico. Para llevar a cabo la validación se comprobó a través de la validación cruzada, donde los parámetros del modelo C_0 (efecto pepita), $C + C_0$ (meseta) y a (rango o alcance) se van ajustando de forma interactiva (prueba y error) hasta obtener la validación cruzada

adecuada (Maldonado Zamora *et al.*, 2017). Los estadísticos de validación cruzada son los siguientes:

- a. Media de los errores de estimación (MEE):

$$MEE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [z^*(x_i) - z(x_i)]$$

Donde $z^*(x_i)$ es el valor estimado de la variable de interés en el punto x_i ; $z(x_i)$ es el valor medido de la variable de interés en el punto x_i y n es el número de puntos muestrales utilizado en la interpolación. La MEE no debe ser significativamente distinta de 0 (Prueba de t), en cuyo caso, indica que el modelo de semivariograma permite el cálculo de estimadores no sesgados.

- b. Error cuadrático medio (ECM): $ECM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [z^*(x_i) - z(x_i)]^2$

Un modelo de semivariograma se considera adecuado si, como regla práctica, el ECM es menor que la varianza de los valores muestrales (Hevesi *et al.* 1992).

- c. Error cuadrático medio adimensional (ECMA): $ECMA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{z^*(x_i) - z(x_i)}{\sigma_k} \right]^2$

La validez del modelo se cumple si el ECMA se encuentra entre los valores $1 \pm 2(2/N)^{0.5}$.

Igualmente se debe cumplir que la varianza de los errores debe ser \leq que la varianza muestral (Samper y Carrera 1996).

Nivel de dependencia espacial. La relación espacial que existe entre los datos o nivel de dependencia espacial se obtuvo al dividir el efecto pepita entre la meseta, expresando en porcentaje su resultado. Si el resultado es menor de 25% el nivel de dependencia espacial es alta, si se encuentra entre 26 y 75% el nivel de dependencia espacial es moderado y si es mayor del 76% el nivel de dependencia es bajo (Sayad *et al.* 2017).

Elaboración de mapas. Los mapas fueron elaborados a partir del método del krigeado ordinario, el cual permite la estimación insesgada de valores asociados a puntos que no fueron muestreados; las estimas obtenidas fueron representadas en forma de mapa para cada fecha de muestreo mediante el uso del programa Surfer 16 (Surface Mapping System Golden Software Inc. 809, 2002). Al obtener los mapas, se calculó la superficie infestada para establecer el porcentaje real de infestación de minador de hoja en los sitios de muestreo.

Ahorro económico: Obtenido el porcentaje de infestación se calculó el ahorro económico; esto a través de una aplicación convencional, como lo realizan los productores tradicionalmente

cuantificando los gastos generados, finalmente se realizó el cálculo para determinar el porcentaje de infestación real de cada una de las parcelas mostrando de esta manera que generar un ahorro económico, de producto químico y de reducción del impacto al ambiental.

Resultados

La media de la población de minador de hoja en la parcela 1 vario de 3,91 individuos (septiembre) a 1,49 individuos (febrero). En la parcela 2 la densidad fluctuó entre 3,87 individuos para septiembre a 1,56 individuos en febrero. Para la parcela 3 esta media fue de 2 ,81 individuos a 1,11; posteriormente par la parcela 4 la media fue de 3,58 a 1,65, para la parcela 5 esta fue de 3,47 a 1,62 y finalmente para la parcela 6 la media fue de 1,99 individuos a 0,63, todos estos datos recolectados del municipio 1 (Temascaltepec), todos estos datos tomados en los meses de septiembre como inicio y terminando en el mes de febrero; correspondiendo los datos a un promedio por planta (Tabla 1).

La distribución espacial obtenida para las poblaciones de minador fue de tipo agregada debido a los ajustes realizados en los semivariogramas teóricos para cada una de las fechas de muestreo en las 6 plantaciones de café (Tabla 1).

En el municipio de Temascaltepec, los semivariogramas variaron; en la parcela 1, 2, 3, 4 se ajustaron a un modelo esférico, en la parcela 5 para la primera catorcena del mes de enero se ajustó a un modelo gaussiano siendo solo este muestreo la diferencia de todo el semestre en esta parcela. Para la parcela 6 en los meses de septiembre, octubre, enero y febrero se ajustaron a modelos gaussianos en por lo menos un muestreo de los dos que se realizaron por mes (Tabla 1).

Para todos los modelos ajustados se presentó un efecto pepita igual a cero, donde este valor resulta indicativo de que la escala de muestreo utilizada es el presente trabajo fue adecuada y el error de muestreo fue mínimo. Para los valores del rango, en el municipio se ubicaron entre 6,6 y 10,7 metros como promedio de las 6 parcelas. Siendo el rango la distancia máxima hasta la cual existe relación espacial entre los datos.

En la Figura 1 se muestran los resultado obtenidos de la estación meteorológica del Comité de Sanidad Vegetal ubicada al sur del Estado de México, de la cual se obtuvieron los datos de los meses muestreados graficados por catorcena para una mejor comprensión del comportamiento del minador de hoja, la cual nos muestra la estabilidad que se tiene en la temperatura y el punto de rocío

en los seis meses lo cual, nos indica que no es un factor que afecte la estabilidad del minador de hoja, sin embargo, en lo que respecta a la humedad relativa este factor si es importante para el insecto, ya que este tiende a encontrarse mientras la humedad sea significativa, como se muestra durante los primeros dos meses (septiembre y octubre). A mayor humedad, existe mayor presencia del insecto plaga en las plantaciones, al disminuir la humedad, las poblaciones del minador disminuyen.

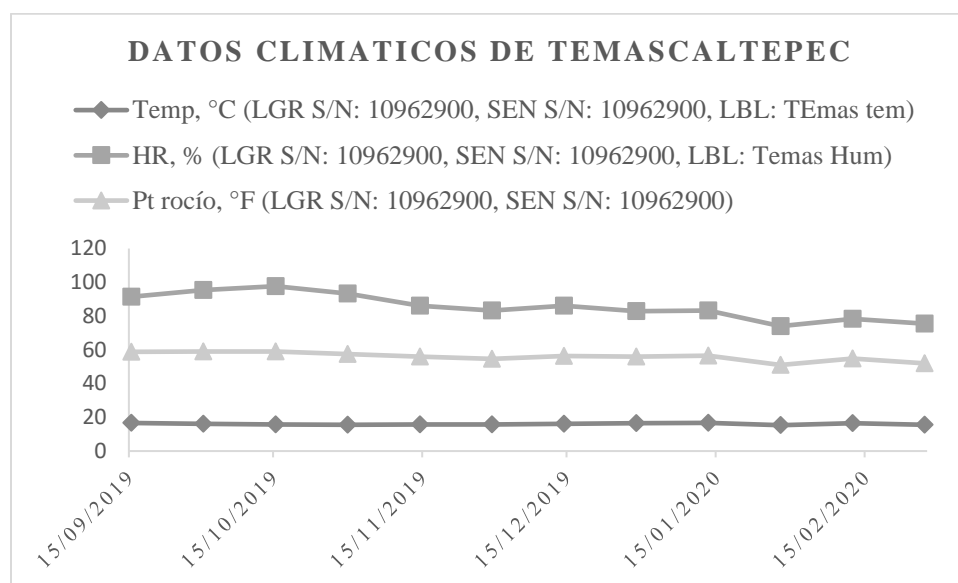


Figura. 1. Datos meteorológicos del municipio de Temascaltepec, estado de México, México.

Los mapas de la superficie infestada en el municipio de Temascaltepec (Fig. 2), muestran las poblaciones del minador de hoja, estas se ubicaron en centros de agregación, es decir, su distribución se localiza en puntos específicos en la región inferior centro dirigiéndose hacia la izquierda, durante los meses de septiembre a enero, siendo este último donde se evidencia una menor incidencia, para la parcela 6 se observa que el punto de agregación con mayor incidencia comienza en el centro y se mueve hacia el costado derecho de la parcela y se mantiene ahí durante todo el tiempo solo disminuyendo las densidades poblaciones del insecto.

*En el municipio de Temascaltepec, la mayor superficie infestada (Tabla 2) se presentó en los meses de septiembre con un máximo de 89% para la parcela 6 y un mínimo de 61% en la parcela 4 en los meses de diciembre a febrero. De igual manera la densidad media que se presentó en este

municipio fue de 3,91 ejemplares por arbusto para las fechas con mayor incidencia mientras que para los meses más bajos este municipio presento una incidencia de 0,636 ejemplares por arbusto.

*Para el control de minador de hoja los productores realizan aplicaciones de químicos en las épocas de mayor incidencia del insecto, utilizando Abamactina y Ciromacina. Realizan de una a dos aplicaciones de manera general a todo el cultivo, lo que genera un gasto considerable en el proceso productivo (Reyes, 2015). Sin embargo, si las aplicaciones se realizaran de manera dirigida a las zonas con mayor infestación se tendría un ahorro económico y ambiental, como se muestra en la Tabla 3 ya que solo se estaría aplicando cierta cantidad de agroquímico y no se contaminaría el ambiente de manera irracional. En la Tabla 3 se muestran las dos aplicaciones que se realizan en las dos fechas más importantes durante el ciclo del cultivo que son septiembre y octubre, donde el costo de la aplicación convencional llega a ser de 3200 pesos Mex\$ por parcela y la aplicación de precisión (dirigida a zonas específicas de infestación, apoyándose en los mapas elaborados) de \$2080 a \$2832 pesos Mex aproximadamente por parcela (dependiendo la infestación), se puede constatar el ahorro en pesos por parcela. En la segunda parte de la tabla se muestra la cantidad de agroquímico que se aplica de las dos maneras planteadas, se puede observar el ahorro en producto que se puede tener bajo el esquema de aplicaciones dirigidas. En esta tabla se muestra que con las aplicaciones dirigidas de agroquímicos o en su defecto el uso de algún otro método de control, se puede tener una reducción en el gasto económico, de producto químico y de impacto ambiental, todo esto con ayuda de los mapas elaborados de la superficie infestada del insecto plaga.

Discusión

La presencia del minador de la hoja se presentó principalmente en los meses de septiembre a octubre, ya que por condiciones del ciclo de vida de esta plaga, para los siguientes meses disminuía, ya que las poblaciones de minador de hoja por lo general en época de otoño – invierno tienden a disminuir su ciclo reproductivo y posteriormente para los meses cálidos (primavera – verano) estas poblaciones aumentan con la temperatura, el cual es otro factor climático importante que influye en su ciclo biológico (Comité Estatal de Sanidad Vegetal México 2019).

La aplicación de técnicas geoestadísticas para modelizar la distribución espacial de insectos es una manera eficaz para determinar la distribución espacial de diversas especies de insectos plaga en diferentes cultivos. Se han reportado algunos estudios como el de la distribución agregada con

ajuste al modelo esférico en *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Tortricidae) en plantaciones de uva (Sciarretta *et al.*, 2008). Jiménez *et al.* (2013) en poblaciones de trips en tomate de cascara encontraron que se tiene una distribución agregada en varios centros de agregación y sus semivariogramas se ajustaron a modelos esféricos y gaussianos. Los modelos geoestadísticos nos arrojan una medida directa de la dependencia espacial, porque consideran a la naturaleza bidimensional de la distribución de los organismos a través de su precisa localización espacial y es independiente de la relación entre la media y la varianza. (Samper y Carrera Ramírez 1996). Además, la geoestadística permite elaborar mapas de densidad de la distribución espacial de un organismo (Rossi *et al.* 1992; Ribes *et al.* 1998; Vanegas-Carrillo *et al.* 2021).

Moral García (2004) utilizó la geoestadística para estudiar la distribución espacial del lepidóptero *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), en una parcela de tomate, con el empleo de la función del variograma, obtuvo representaciones gráficas de dichas distribuciones. Estos mapas se basaron en la técnica de estimación geoestadística conocida como “krigeado”, particularmente el ordinario en bloques. Maldonado Zamora *et al.* (2017) en un estudio de estabilidad espacial y temporal de la distribución de trips en el cultivo de aguacate, mencionaron el uso de mapas de distribución espacial de trips, para organizar estrategias de control.

De acuerdo con los valores de cero que se registraron en el efecto pepita en todos los modelos ajustados, se puede afirmar que la escala de muestreo utilizada fue adecuada y el error de muestreo fue mínimo (Oliver y Webster 1991), esto sugiere que los modelos ajustados tienen un 98% de confiabilidad.

Este hecho indicó que más del 90 % de la variación total es debida a la dependencia espacial en la escala de muestreo utilizada; es decir, que más del 90% de la variación de la distribución de las poblaciones de minador de hoja se explica por la estructura espacial establecida con los semivariogramas (Liebhold y Sharov 1998, Vanegas-Carrillo *et al.* 2021). En algunos otros trabajos también se han obtenido valores de pepita iguales, tal es el caso de Acosta-Guadarrama *et al.* (2017) en un estudio de distribución espacial de trips en aguacate y por Ramírez Dávila *et al.* (2011) en un estudio de distribución espacial de *Bactericera cockerelli* (Šulc, 1909) (Hemiptera: Triozidae) en papa.

Elaborar mapas de densidad ha resultado fundamental en el estudio de comportamiento de plagas tal es el caso de Quiñonez *et al.* (2015) los cuales los realizaron para determinar la distribución espacial de trips en el cultivo de gladiolo. Asimismo, Jiménez *et al.* (2013) en el cultivo de tomate de cascara demostraron que la plaga de trips se encontraba en centros de agregación distribuidos por

las parcelas de estudio. El uso de mapas de densidad puede ser de gran ayuda para generar programas de manejo integrado de minador de hoja que sean más eficientes, oportunos y pertinentes, como fue el caso del trabajo de García (2004) en donde se analizaron patrones de distribución espacial con el uso de la geoestadística en las ciencias ambientales.

El ajuste al modelo esférico señaló que dentro del área de muestreo hay puntos en los cuales la plaga tiene mayor incidencia con relación a otros puntos, o sea, que la infestación de la plaga avanza a partir de un punto específico, donde la infestación se incrementa drásticamente en primavera debido a los cambios en el clima que favorece la reproducción del insecto (Vanegas-Carrillo *et al.* 2021).

Maldonado *et al.* (2017) encontraron que la distribución espacial de los trips era agregada en el cultivo de aguacate, se ajustaron a modelos de semivariogramas esféricos, que indican que el insecto se presentó más en ciertos puntos respecto a los demás. Jiménez *et al.* (2013) en su trabajo sobre *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) en tomate de la cascara y Alves *et al.* (2006) en su estudio de enfermedades asociadas a *Colletrichum* spp. (Corda, 1831) (Fungi: Sordariomycetes: Glomerellaceae), transmitido por semillas, cada uno de sus trabajos respectivamente estudiaron la distribución espacial, encontraron que la distribución se ajusta a modelos de tipo gaussiano lo que indica que la plaga tiene una distribución continua dentro de la parcela y una expansión dentro de la misma.

Moral García (2006) al determinar la distribución espacial de *H. armigera* y sus variogramas teóricos, encontró que se ajustaron a modelos esféricos y exponenciales.

En el caso de los modelos ajustados a un tipo gaussiano, este refleja que la agregación se expresó de forma continua dentro del área de muestreo. Estos puntos de agregación registraron un crecimiento rápido cerca de su origen, pero van decreciendo conforme aumenta la distancia, esto es factible dado el comportamiento de minador de hoja.

El alto nivel de dependencia espacial que resultó de dividir el efecto pepita entre la meseta fue menor a 25 % para todos los semivariogramas, lo que indica una alta dependencia espacial. Lo anterior señala que las poblaciones del minador de la hoja están altamente relacionadas en el espacio y el tiempo (Sayad *et al.* 2017). De igual manera Esquivel Higuera y Jasso García (2014) mostraron la distribución espacial de *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) donde demostraron que la distribución espacial del insecto era agregada, y que su dependencia espacial era alta en las seis localidades del estudio.

En los mapas de densidad elaborados, se observan los centros de agregación que presentó *L. coffeella* dentro de cada parcela de estudio, lo que indica que el control de la plaga se puede hacer con mayor precisión (Weisz *et al.* 1996; Ribes *et al.* 1998; Moral García 2004; Rong *et al.* 2006; Esquivel Higuera y Jasso García 2014). Si se tienen estrategias de control se puede llegar a reducir la presión de selección y de esta manera retrasar el desarrollo de resistencia en los insectos a los plaguicidas debido a la formación de refugios temporales (Moral *et al.* 2011). Tomando en consideración esta acción se puede llegar a reducir las densidades poblacionales del minador de la hoja y evitar daños mayores.

El comportamiento espacial de las poblaciones de minador de hoja de forma agregada en las parcelas de Temascaltepec, tal como se aprecia en los mapas realizados, permite sugerir que se podría implementar un manejo más adecuado del insecto y de esta forma disminuir la aplicación de agroquímicos al dirigir las medidas de control hacia los centros de agregación en los que se encuentra la plaga, eludiendo de esta forma aplicaciones generalizadas o de cobertura total, lo que nos llevará a tener un ahorro en los insumos y un menor impacto ambiental. Perez Alvarez *et al.* (2010) concuerdan con lo anterior, ellos desarrollaron un programa de manejo más eficiente para el control de gusano blanco *Premnotrypes vorax* (Hustache) (Coleoptera: Curculionidae) en el cultivo de papa.

El llevar a cabo un uso adecuado de los mapas elaborados en este estudio puede llegar a ser de gran relevancia para los productores ya que les permitiría realizar acciones que les ayuden a reducir sus poblaciones de minador de hoja, y poder realizar acciones de control adecuado y acorde a las densidades de las poblaciones que tengan presentes. Además, es necesario que ellos conozcan que existen otras alternativas de control de este insecto, por ejemplo, un control biológico en todas sus modalidades, cultural, físico o químico según sea el caso.

Usar los métodos geoestadísticos en el manejo integrado de este insecto plaga puede ser de gran efecto para los productores, debido a que posibilita conocer con mayor exactitud la conducta espacial de este insecto (Martínez *et al.* 2022), lo que es de gran utilidad para generar programas de manejo enfocados a una gestión sustentable del cultivo, lo que ayudaría a reducir la contaminación ambiental de la región y la posibilidad de obtener un producto más inocuo, con las ventajas que eso supone para el productor, lo que le permitiría la búsqueda de nichos de mercado mucho más

interesantes, sino también para el consumidor final que vería reducido el consumo de productos que tienen una tendencia negativa para su salud.

Literatura citada

ACOSTA GUADARRAMA, A. D.; RAMÍREZ DAVILA, J. F.; RIVERA MARTINEZ, R.; FIGUEROA FIGUEROA, D. K.; LARA DIAZ, A. V.; MALDONADO ZAMORA, F. I.; TAPIA RODRIGUEZ, A. 2017. Spatial distribution of *Thrips* spp. (Thysanoptera) and evaluation of their control with the predator *Amblyseius swirskii* in Avocado Orchards in Mexico Southwest. Journal Columbiana de Entomology 42: 435-46.

ALVES, M. C.; POZZA, E. A.; MACHADO, J. C.; ARAÚJO, D. V.; TALAMINI, V.; OLIVEIRA, M. S. 2006. Geoestadística como metodología para estudiar a dinâmica espaço-temporal de doenças associadas a *Colletotrichum* spp. transmitidos por sementes. Fitopatologia Brasileira 31: 557-563.

CONSTANTINO, L. M., FLORES, J. C., BENAVIDES, P., & BACCA, R. (2013). Minador de las hojas del café: Una plaga potencial por efectos del cambio climático. Centro Nacional de Investigadores de Café (Cenicafé). Disponible en:
<https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04091.pdf>

ENRIQUEZ, E.; BEJARANO, S.; VILA, V. 1975. Observaciones sobre avispas predadoras de *Leucoptera coffeella* Guer-Men, en el Centro y Sur del Perú. Revista Peruana de Entomología 18(0), 82-83.

GARCÍA, F. M. 2004. Aplicación de la geoestadística en las ciencias ambientales. Journal Ecosystems 13(1): 78-86

HEVESI, J.; ISTOK, J.; FLINT, A. 1992. Precipitation estimation in mountainous terrain using multivariate geostatistics. Part I. Structural analysis. Journal of Applied Meteorology 31 (7):661-676.

ESQUIVEL, V. H.; GARCIA, Y. J. (2014). Distribución espacial y mapeo de gusano soldado en seis localidades del Estado de México, en el año 2011. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5(6): 923-935.

JIMÉNEZ, R. D. L.; RAMÍREZ, J. F.; SÁNCHEZ, J. R.; SALGADO, M. L.; LAGUNA, A. 2013. Modelización espacial de *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en tomate de cáscara por medio de técnicas geoestadísticas. *Journal Columbiana de Entomology* 39(2):183-192.

LIEBHOLD, A.; SHAROV, A. 1998. Testing for correlation in the presence of spatial autocorrelation in insect count data, p. 1-17. *In*: Baumgartner, J., Brandmayr, P. & Manly, B. F. J. (Eds.). *Population and community Ecology for insect management and conservation*. Balkema, Rotterdam 435 pp.

MALDONADO, F. I.; RAMÍREZ, J. F.; RUBÍ, M.; NÉMIGA, X. A., LARA DÍAZ, A. V. (2017). Distribución espacial de trips en aguacate en Coatepec Harinas, Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7 (4): 845- 856.

MARTINEZ, R., R., DAVILA, J. F. R., RODRIGUEZ, A. T., FIGUEROA, D. K. F., ACOSTA, A. D. A.; & CUEVAS, R. S. 2022. Comportamiento espacial de barrenador de la rama en aguacate utilizando el método del SADIE en el Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 13(2):247-259.

MORAL, F. J. 2004. Aplicación de la geoestadística en las ciencias ambientales. *Ecosistemas* 13(0):, 78-86.

MORAL, F. J. 2006. Analysis of the spatio-temporal distribution of *Helicoverpa armigera* Hb. in a tomato field using a stochastic approach. *Biosystems Engineering* 93 (3): 253-259.

NOWIERSKI, R. M.; GUTIERREZ, A. P. 1986. Microhabitat Distribution and Spatial Dispersion Patterns of the Walnut Aphid, *Chromaphis juglandicola* (Homoptera: Aphididae), in California. *Environmental Entomology* 15 (3): 555-561.

OLIVER, M.; WEBSTER, R. 1991. How geostatistics can help you. *Soil use and Management* 7 (4): 206-217.

QUIÑONES, R.; SÁNCHEZ, J.; PEDRAZA, A.; CASTAÑEDA, A.; GUTIERREZ, A.; RAMÍREZ, J. F. 2015. Análisis Espacial de *Thrips* spp. (Thysanoptera) en el Cultivo de Gladiolo en la Región Sureste del Estado de México, México. *Southwestern Entomology* 40 (2)397-408.

RAMIREZ, J. F.; SOLARES, V. M.; FIGUEROA, D. K.; SANCHEZ, J. R. 2013. Comportamiento espacial de trips (Insecta: Thysanoptera), en plantaciones comerciales de aguacate (*Persea americana* Mill.) Zitácuaro, Michoacana, México. Acta Zoológica. Mexicana 29:3

RAMIREZ, J. F.; FIGUEROA, D. K. 2011. Modelización y mapeo de la distribución espacial de *Bactericera cockerelli* Sulc (Hemiptera: Triozidae) en papa en el Estado de México. Centro Agrícola 40(3): 57-70.

REYES, C. 2015 Minador de la hoja – Información – Panorama Agropecuario. Disponible en: <https://panorama-agro.com/?p=1534>. Fecha de revisión: 28 mayo 2022.

RIBES DASI, M., BASCUÑANA CASASÚS, M., & AVILLA HERNÁNDEZ, J. 1998. Estudio de la distribución espacial de *Cydia pomonella* (L.) y *Pandemis heparana* (Denis & Schiffermüller) en Torregrossa (Lleida) mediante métodos geoestadísticos. Boletín de sanidad vegetal 24 (4A): 935-948.

RONG, J.; DIAN-MO, L.; BAO-YU, X.; ZHE, L.; & DONG-LI, M. 2006. Distribución especial de las poblaciones de vainas de huevos de langostas migratorias orientales (Orthoptera: Acrididae): implicaciones para el manejo de plagas en sitios específicos. Entomología Ambiental 35 (5): 1244-1248.

ROSSI, R.; MULLA, J.; JOURNEL, G.; & FRANZ, H. 1992. Geostatistical Tools for Modeling and interpreting Ecological Spatial Dependence. Ecological Monographs 62: 277-314.

SADEGHIAN, K. (2017). Síntomas visuales de deficiencias nutricionales en café. Avances Técnicos Cenicafe, 478. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0478.pdf>

SAMPER, F. J. & CARRERA, J. (2nd ed). 1996. Geoestadística: Aplicaciones a la Hidrología subterránea. Centro Internacional de Métodos en Ingeniería, Barcelona, España, 484 p.

SAYAD E, E BOSHKAR, S GHOLAMI. 2017. Different role of host and habitat features in determining spatial distribution of mistletoe infection. Forest Ecology and Management 384: 323-330. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.11.012

SCIARRETTA, A., ZINNI, A., MAZZOCCHETTI, A. & TREMATERRA, P. 2008. Spatial Analysis of *Lobesiabotrana* (Lepidoptera: Tortricidae) Male Population in a Mediterranean Agricultural Landscape in Central Italy. *Environmental Entomology* 37: 382-390.

SENACICA, SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD, INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA (2016). Disponible en:

<https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Roya%20cafe/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20Minador%20de%20la%20hoja%20del%20cafe.pdf>

SIAP. 2018. SERVICIO DE INFORMACION AGROALIMENTARIA Y PESQUERA. (Consultado febrero 2020 (<http://www.gob.mx/siap>))

SURFACE MAPPING SYSTEM, GOLDEN SOFTWARE INC. 809. (2002). 14th Street. Golden, Colorado 80401- 1866. USA.

TAPIA-RODRÍGUEZ, A., RAMÍREZ-DÁVILA, J. F., FIGUEROA-FIGUEROA, D. K., SALGADO-SICLAN, M. L., & SERRATO-CUEVAS, R. (2020). Análisis espacial de antracnosis en el cultivo de aguacate en el Estado de México. *Revista mexicana de fitopatología* 38 (1), 132-145.

TAYLOR, L. R. Y WOIWOD, I.P. (1982). Dinámica sinóptica comparativa. I. Relaciones entre varianza espacial y temporal interespecífica e intraespecífica/parámetros de población media. *La Revista de Ecología Animal* 51(0), 879-906.

VALDERRAMA, P. B. (2020). DE LA PLANTACIÓN A LA TAZA. UN ACERCAMIENTO ETNOGRÁFICO DEL RECORRIDO DEL CAFÉ EN LA REGIÓN COATEPEC-XALAPA. *Recurso impreso, recurso electrónico*.

<https://ciesas.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1015/1011>

VANEGAS CARRILLO, R., RAMÍREZ DÁVILA, J. F., & RIVERA MARTÍNEZ, R. (2021). Distribución espacial de mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha spp.*) (Diptera: Tephritidae) en Michoacán, México. *Revista Colombiana de Entomología* 47 (1).

WEISZ, R., FLEISCHER, S., & SMILOWITZ, Z. (1996). Manejo integrado de plagas específico del sitio para cultivos de alto valor: impacto en el manejo de plagas de papa. *Revista de Entomología Económica* 89 (2), 501-509.

Tabla1. Incidencia y parámetros (Efecto pepita, meseta y rango) de los modelos ajustados a los semivariogramas obtenidos en el muestreo de minador de hoja en el Municipio de Temascaltepec, Estado de México.

(A) Parcela 1, (B) parcela 2, (C) Parcela 3, (D) parcela 4, (E) parcela 5 y (F) parcela 6.

A)

Muestreo	Media	Varianza	Modelo	Pepita	Meseta	Rango	Pepita/ Meseta	Dependencia espacial
sep-01	3,91	6,434	Esférico	0	15,92	9,6	0	Alta
sep-02	3,264	6,434	Esférico	0	13,85	5,6	0	Alta
oct-01	3,162	6,216	Esférico	0	13,38	9	0	Alta
oct-02	3,175	6,353	Esférico	0	13,23	10,2	0	Alta
nov-01	2,979	5,614	Esférico	0	12,15	11,4	0	Alta
nov-02	2,544	3,983	Esférico	0	10,2	6,4	0	Alta
dic-01	2,328	3,473	Esférico	0	9,22	8,4	0	Alta
dic-02	2,23	3,33	Esférico	0	8,16	10,2	0	Alta
ene-01	1,891	2,802	Esférico	0	9,17	9	0	Alta
ene-02	1,919	2,636	Esférico	0	6,39	6,4	0	Alta
feb-01	1,61	1,994	Esférico	0	5,29	6,4	0	Alta
feb-02	1,498	1,728	Esférico	0	4,93	6	0	Alta

B)

Muestreo	Media	Varianza	Modelo	Pepita	Meseta	Rango	Pepita/M eseta	Dependencia espacial
sep-01	3,875	6,359	Esférico	0	13,35	9,6	0	Alta
sep-02	3,574	5,652	Esférico	0	12,25	8,4	0	Alta
oct-01	3,31	5,282	Esférico	0	11,27	9	0	Alta
oct-02	2,992	4,545	Esférico	0	8,49	9	0	Alta
nov-01	2,787	4,461	Esférico	0	9,06	9	0	Alta
nov-02	2,66	4,128	Esférico	0	8,45	8,4	0	Alta
dic-01	2,487	3,892	Esférico	0	8,23	8,4	0	Alta

dic-02	2,318	3,623	Esférico	0	7,3	9,6	0	Alta
ene-01	2,166	3,528	Esférico	0	6,65	9	0	Alta
ene-02	1,849	3,372	Esférico	0	5,87	8,4	0	Alta
feb-01	1,71	3,08	Esférico	0	5,18	7,8	0	Alta
feb-02	1,566	2,886	Esférico	0	5,02	8,4	0	Alta

C)

Muestreo	Media	Varianza	Modelo	Pepita	Meseta	Rango	Pepita/Meseta	Dependencia espacial
sep-01	2,81	5,1	Esférico	0	8,12	6,8	0	Alta
sep-02	2,729	4,887	Esférico	0	11,83	7,8	0	Alta
oct-01	2,632	4,698	Esférico	0	11,6	6,12	0	Alta
oct-02	2,582	4,527	Esférico	0	10,98	6	0	Alta
nov-01	2,421	4,222	Esférico	0	10,14	7,2	0	Alta
nov-02	2,255	3,808	Esférico	0	9,25	6,4	0	Alta
dic-01	2,056	3,386	Esférico	0	8,41	9,6	0	Alta
dic-02	1,81	3,093	Esférico	0	7,37	6	0	Alta
ene-01	1,658	2,816	Esférico	0	8,43	6,4	0	Alta
ene-02	1,477	2,614	Esférico	0	5,7	9	0	Alta
feb-01	1,337	2,388	Esférico	0	8,29	9,6	0	Alta
feb-02	1,114	2,159	Esférico	0	4,16	9,6	0	Alta

D)

Muestreo	Media	Varianza	Modelo	Pepita	Meseta	Rango	Pepita/Meseta	Dependencia espacial
sep-01	3,589	7,092	Esférico	0	11,33	10,8	0	Alta
sep-02	3,458	6,452	Esférico	0	15,69	9,6	0	Alta
oct-01	3,393	6,292	Esférico	0	14,63	9,5	0	Alta
oct-02	3,241	5,702	Esférico	0	13,75	9	0	Alta
nov-01	3,096	5,345	Esférico	0	13	9,6	0	Alta
nov-02	2,47	5,065	Esférico	0	12,28	9,	0	Alta
dic-01	2,796	4,717	Esférico	0	11,77	10,2	0	Alta
dic-02	2,681	4,435	Esférico	0	14,48	10,2	0	Alta
ene-01	2,513	4,103	Esférico	0	9,92	10,8	0	Alta

ene-02	2,247	3,407	Esférico	0	8,42	10,2	0	Alta
feb-01	1,96	2,735	Esférico	0	6,96	9,6	0	Alta
feb-02	1,658	2,338	Esférico	0	5,88	9	0	Alta

E)

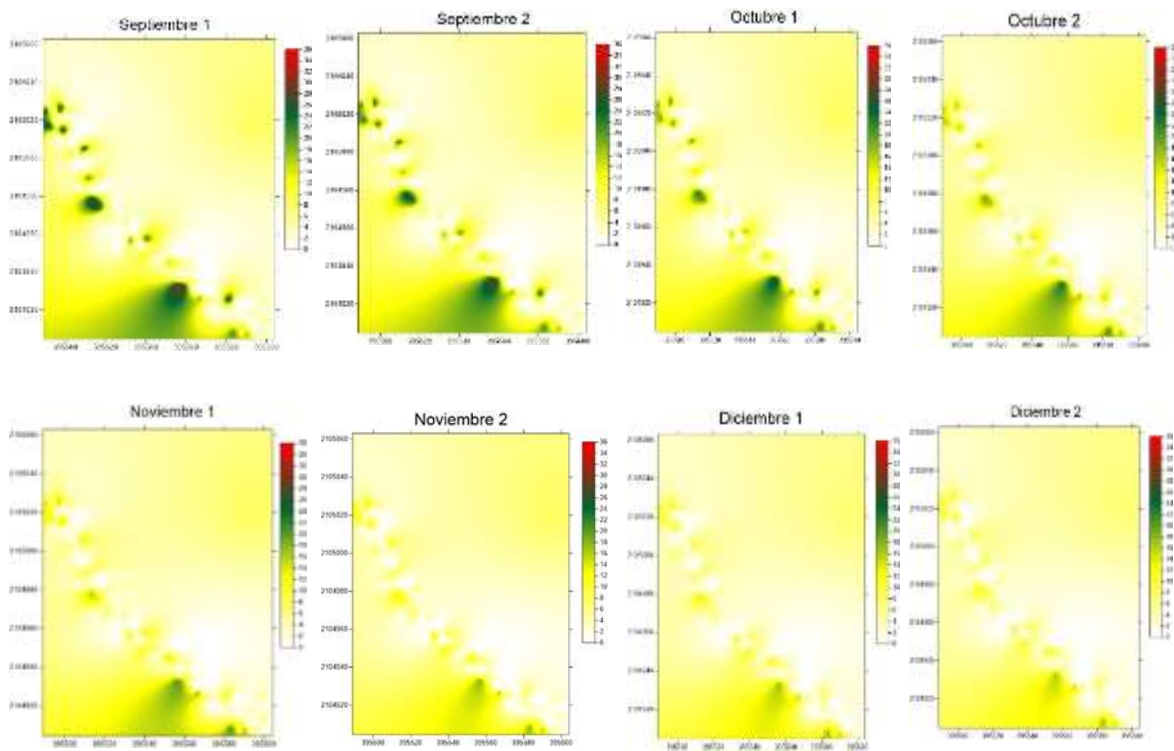
Muestreo	Media	Varianza	Modelo	Pepita	Meseta	Rango	Pepita/Meseta	Dependencia espacial
sep-01	3,475	8,886	Esférico	0	19,47	9	0	Alta
sep-02	3,241	8,393	Esférico	0	17,95	9	0	Alta
oct-01	3,027	7,582	Esférico	0	16,89	6	0	Alta
oct-02	2,898	7,102	Esférico	0	16,64	6	0	Alta
nov-01	2,822	7,02	Esférico	0	14,75	9	0	Alta
nov-02	2,659	6,1	Esférico	0	14,21	5,92	0	Alta
dic-01	2,362	5,154	Esférico	0	11,84	8,4	0	Alta
dic-02	2,293	4,913	Esférico	0	10,52	6	0	Alta
ene-01	2,15	4,384	Gaussia no	0	9,68	7,8	0	Alta
ene-02	1,943	3,843	Esférico	0	7,79	5,55	0	Alta
feb-01	1,794	3,61	Esférico	0	7,58	9	0	Alta
feb-02	1,624	3,231	Esférico	0	6,84	6	0	Alta

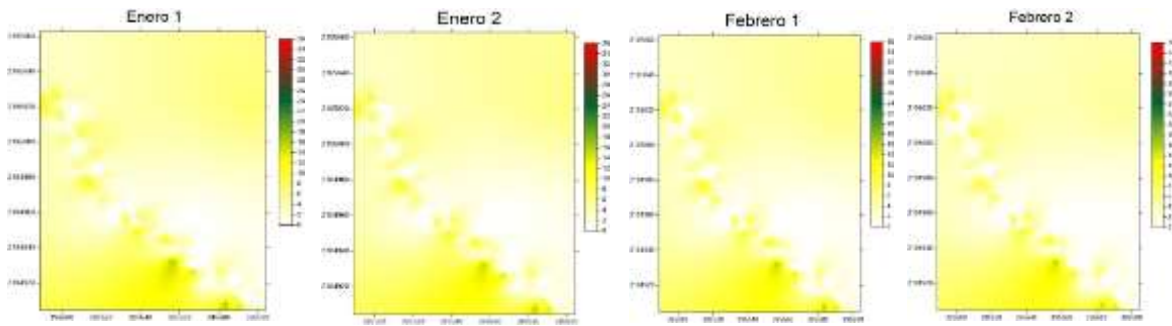
F)

Muestreo	Media	Varianza	Modelo	Pepita	Meseta	Rango	Pepita/Meseta	Dependencia espacial
sep-01	1,992	4,216	Gaussia no	0	15,18	8,4	0	Alta
sep-02	1,78	3,48	Esférico	0	13,29	108	0	Alta
oct-01	1,602	2,814	Gaussia no	0	11	8,4	0	Alta
oct-02	1,485	2,401	Esférico	0	8,91	12,6	0	Alta
nov-01	1,311	2,141	Esférico	0	8,29	10,2	0	Alta
nov-02	1,254	1,892	Esférico	0	7,44	12	0	Alta
dic-01	1,125	1,811	Esférico	0	7,1	6	0	Alta
dic-02	1,083	1,562	Esférico	0	6,11	13,8	0	Alta

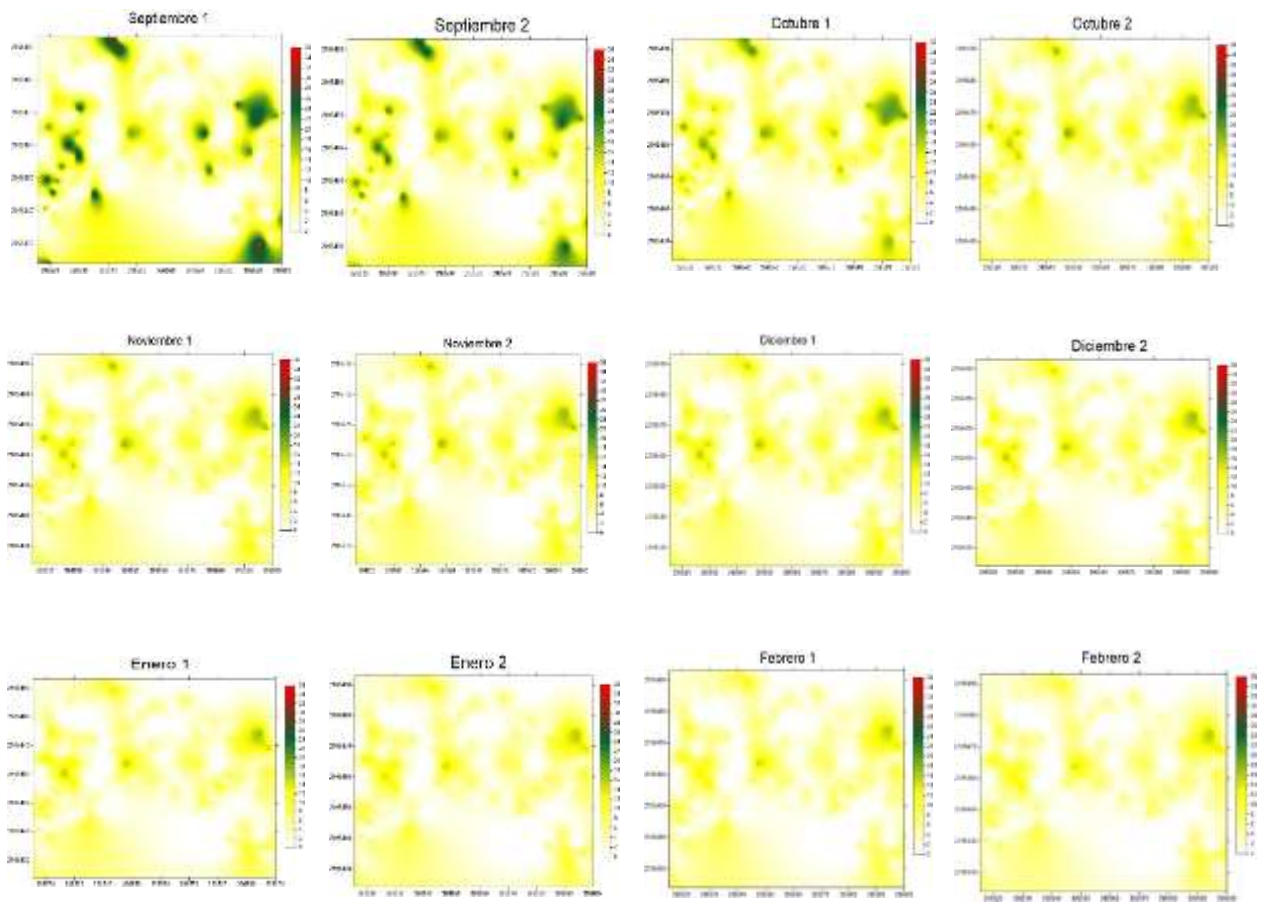
ene-01	1,119	2,188	Gaussia no	0	10,61	7,8	0	Alta
ene-02	0,942	2,157	Gaussia no	0	9,88	8,4	0	Alta
feb-01	0,718	2,034	Gaussia no	0	9,78	7,8	0	Alta
feb-02	0,636	1,819	Esférico	0	7,13	10,2	0	Alta

A)

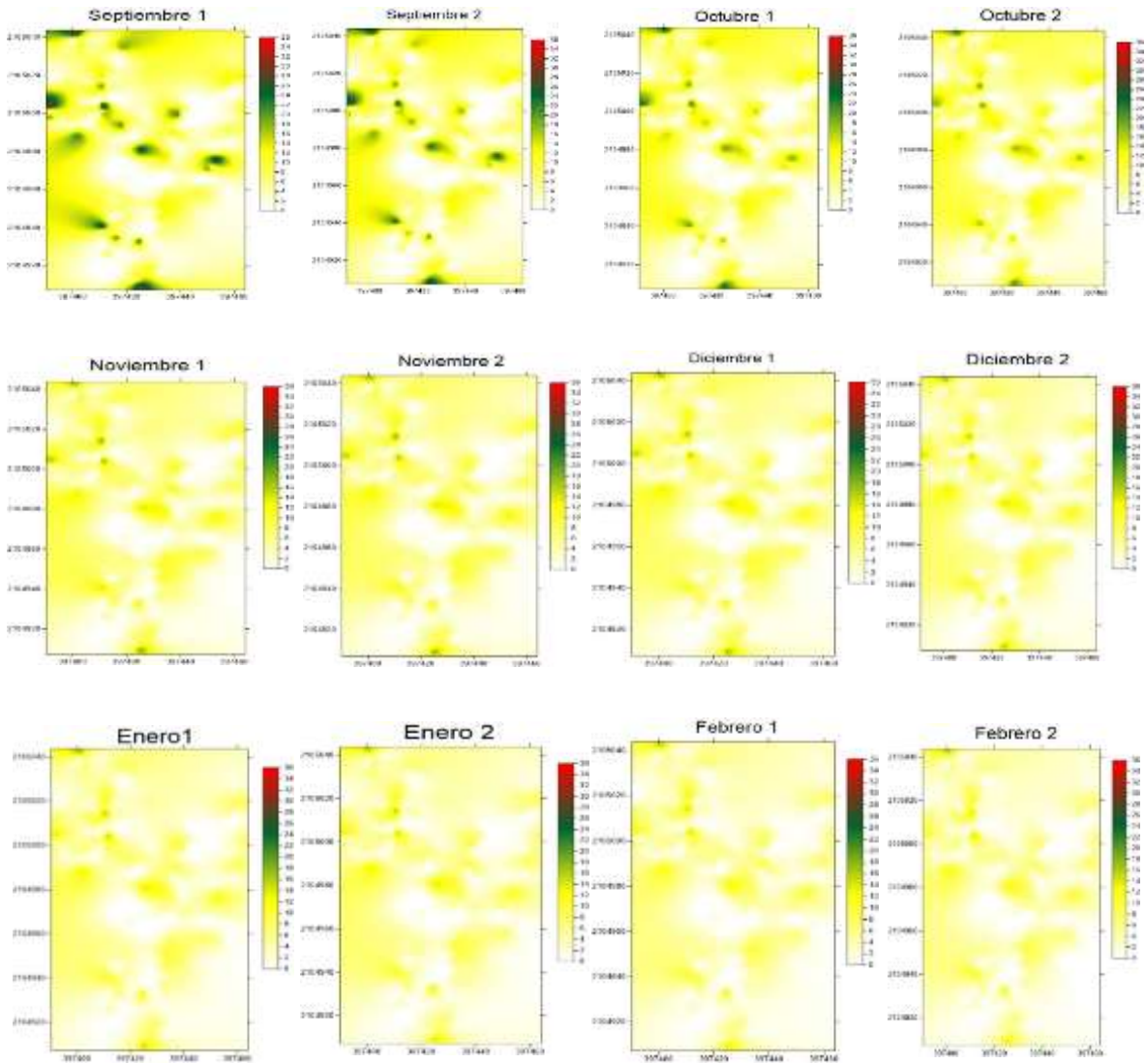




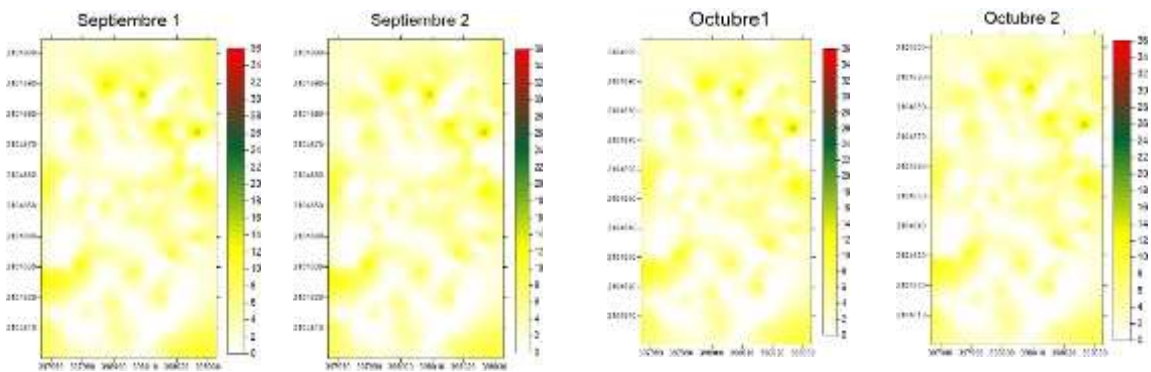
B)

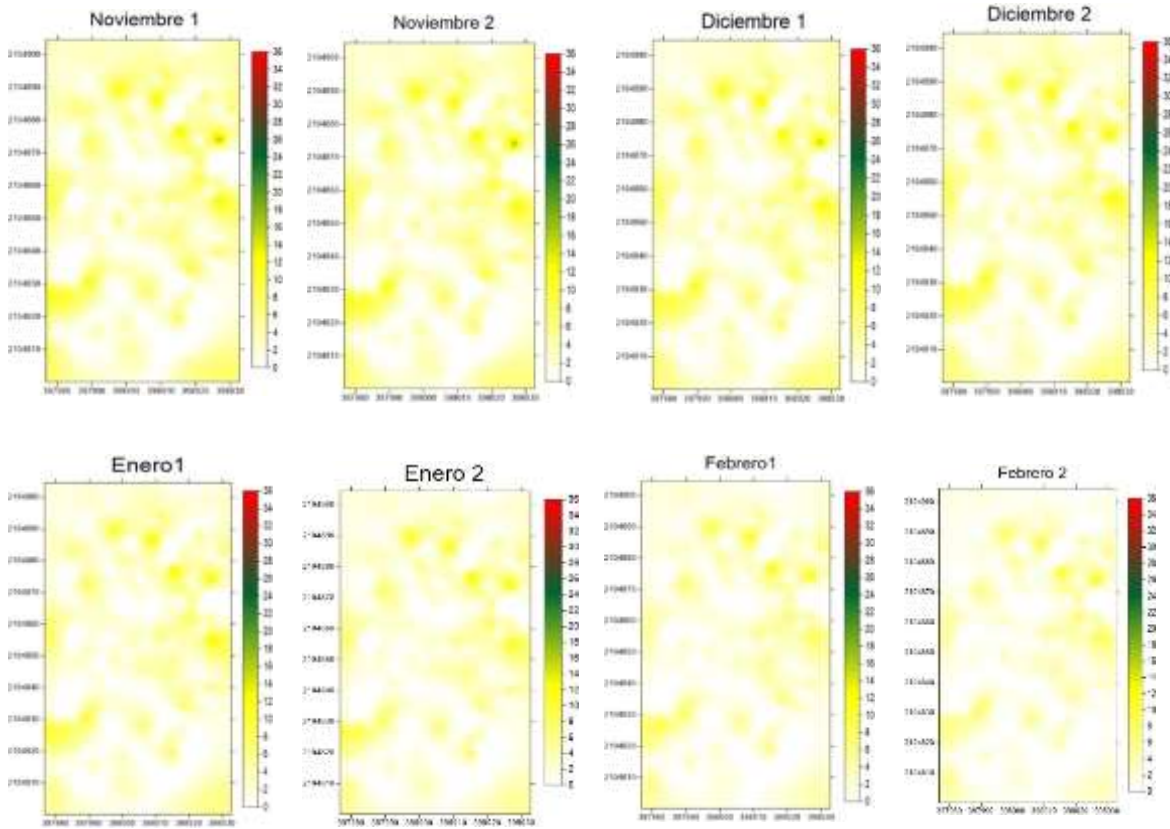


C)

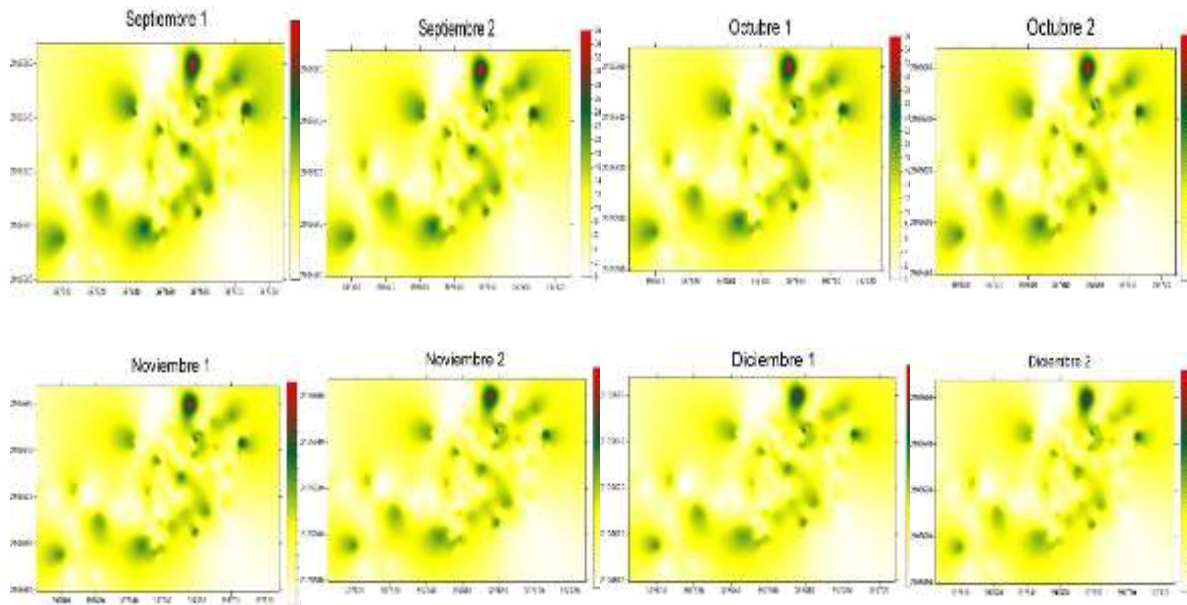


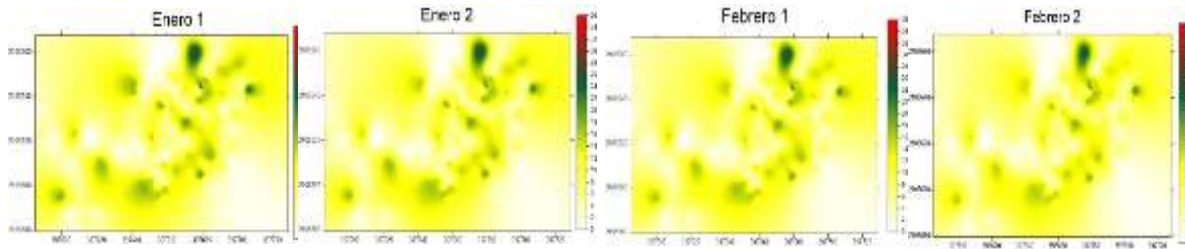
D)





E)





F)

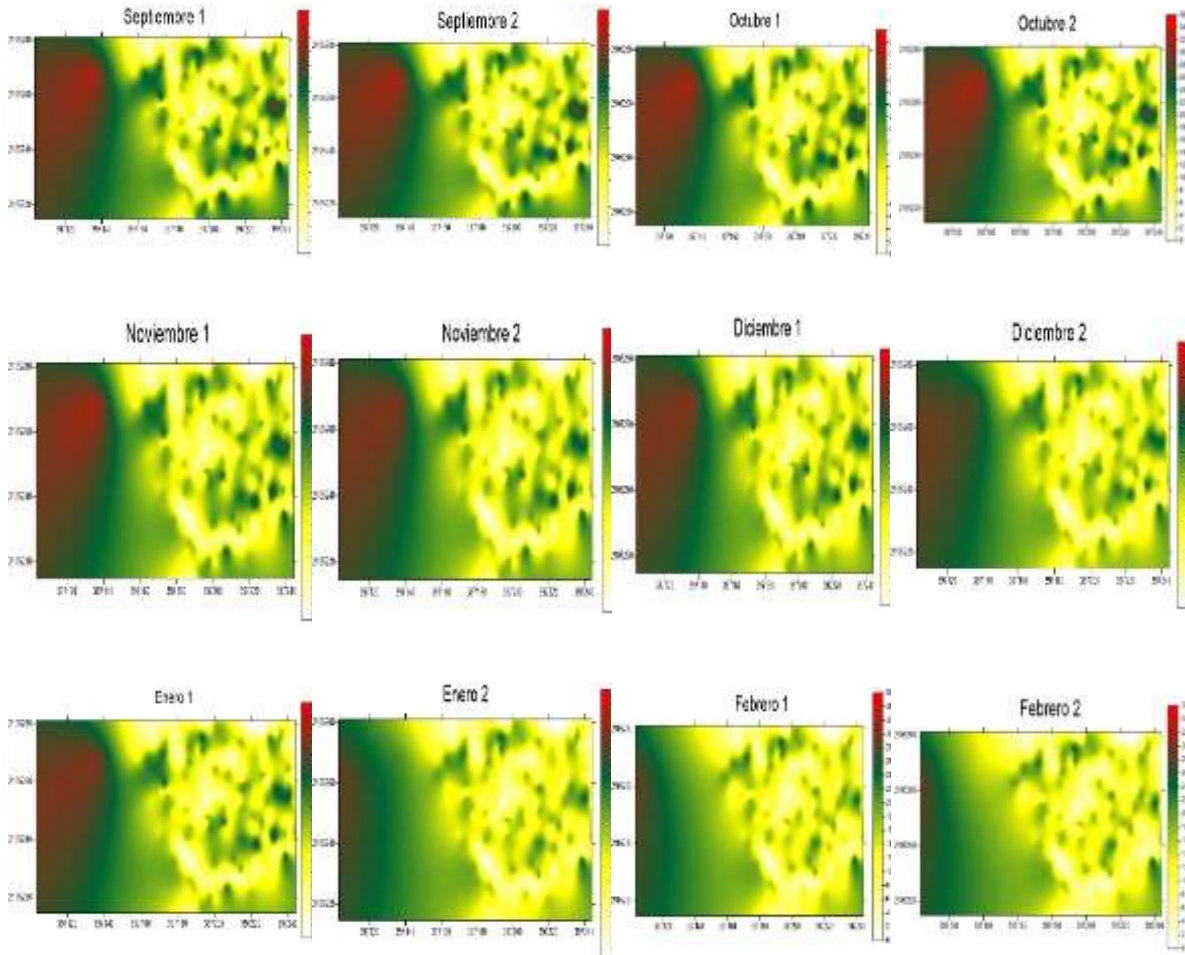


Figura 2. Mapas de superficie infestada de *Leucoptera coffeella* en cafetales del municipio de Temascaltepec, estado de México, México.

(A) Parcela 1, (B) parcela 2, (C) Parcela 3, (D) parcela 4, (E) parcela 5 y (F) parcela 6.

Tabla 2. Determinación de superficie infestada (%) obtenida en el muestreo de minador de hoja en Temascaltepec, estado de México.

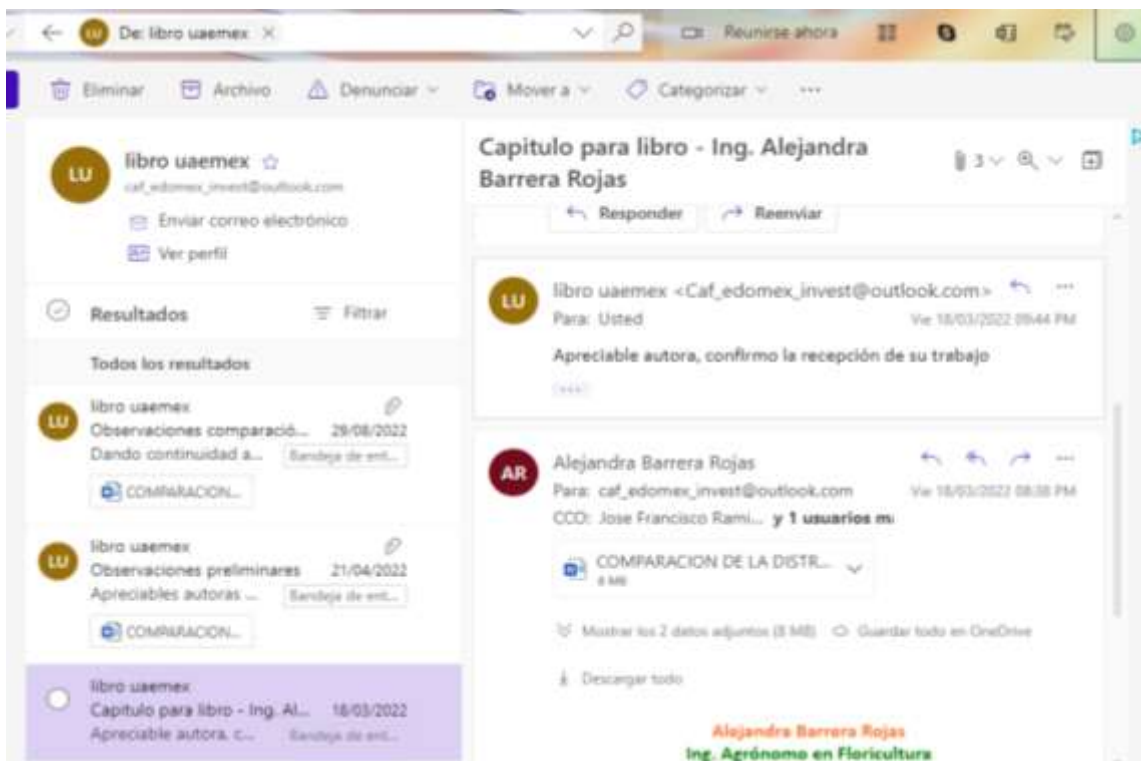
Superficie infestada (%) del municipio de Temascaltepec												
	Sept	Sept	Oct	Oct	Nov	Nov	Dic	Dic	Ene	Ene	Feb	Feb
Muestro	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Parcela 1	86	86	85	85	84	84	84	84	84	83	83	82
Parcela 2	66	66	64	64	64	63	63	63	62	62	64	64
Parcela 3	70	70	69	68	68	68	68	68	67	67	67	69
Parcela 4	64	64	63	63	63	62	62	61	61	61	61	63
Parcela 5	79	79	78	78	77	77	77	77	76	76	77	78
Parcela 6	89	89	88	88	88	87	87	87	86	86	88	88

Tabla 3. Cuadro de Ahorro económico y de agroquímico en dos aplicaciones en las parcelas de estudio del municipio de Temascaltepec, estado de México, México.

Parcela	Muestreo	TEMASCALTEPEC					
		Costo en agricultura de precisión (pesos/parcela)		Ahorro (pesos /parcela)	Cantidad de acaricida aplicado en agricultura de precisión (l/parcela)		Ahorro en fungicida (l/parcela)
		Convencional	Precisión		Convencional	Precisión	
1	Sep 01	1600	1376	224	2,7	2,322	0,378
	Oct 02	1600	1360	240	2,7	2,295	0,405
	Total	3200	2736	464	5,4	4,617	0,783
2	Sep 01	1600	1056	544	2,7	1,782	0,918
	Oct 02	1600	1024	576	2,7	1,728	0,972
	Total	3200	2080	1120	5,4	3,51	1,89
3	Sep 01	1600	1120	480	2,7	1,89	0,81
	Oct 02	1600	1104	496	2,7	1,863	0,837
	Total	3200	2224	976	5,4	3,753	1,647
4	Sep 01	1600	1024	576	2,7	1,728	0,972
	Oct 02	1600	1008	592	2,7	1,701	0,999
	Total	3200	2032	1168	5,4	3,429	1,971
5	Sep 01	1600	1264	336	2,7	2,33	0,567
	Oct 02	1600	1248	352	2,7	2,106	0,594
	Total	3200	2512	688	5,4	4,239	1,161
6	Sep 01	1600	1424	176	2,7	2,403	0,297
	Oct 02	1600	1408	192	2,7	2,376	0,324
	Total	3200	2832	368	5,4	4,779	0,621

7.2 Capitulo

También se registró el capítulo “Comparación de la Distribución Espacial de Minador de la Hoja (*Leucoptera Coffeella*) en Cafetales del Estado de México.”, el cual estará publicado en el libro “Café Mexiquense conformación territorial y dimensiones productivas en el corredor cafetero del sur del Estado de Mexico.”



Comparación de la Distribución Espacial de Minador de la Hoja (*Leucoptera Coffeella*) en Cafetales del Estado de México.

Resumen

A nivel nacional el estado de México está adquiriendo importancia en la producción de café, a través de este cultivo se generan altos ingresos económicos a los productores, por lo que en los últimos años ha crecido la demanda de este grano y aunque se han tenido más plantaciones también se ha desarrollado la explosión de plagas y enfermedades sobre este cultivo como lo es *Leucoptera coffeella* o minador de la hoja, como es llamado comúnmente. Lo anterior ha propiciado que se realicen controles de la plaga de manera general ocasionando un aumento en los costos de producción. A este respecto, sí se conociera la distribución espacial de la plaga

ayudaría a reducir esos costos ya que se dirigirían las aplicaciones solo a las zonas realmente infestadas. El presente trabajo se llevó a cabo en zonas productoras de café en los tres principales municipios productores de este grano en el estado de México; donde se realizaron 12 muestreos por parcela, teniendo un total de 6 parcelas (dos por municipio) y se realizaron mapas de infestación mediante la técnica del kriging para conocer la agregación de *Leucoptera coffeella*, lo que resulta de gran utilidad para poder dirigir las medidas de control sobre áreas específicas dentro de la parcela.

Palabras Clave: Geoestadística, *Leucoptera coffeella*, kriging, distribución espacial, mapas de densidad.

Introducción

El café es un cultivo básico y tradicional, con años de encontrarse en la agricultura nacional, en México es una de las bebidas más populares cuya producción en el país es tan extensa que actualmente ocupa el onceavo lugar en producción a nivel mundial y el primero en productor mundial de café orgánico. El producir café es una manera generosa de generar empleos de manera directa o indirecta, cabe recalcar que no solamente es un cultivo de gran trascendencia, ya que este se ha convertido en el cultivo acorde para el desarrollo de programas de apoyo al sector cafetalero; sino que cultural y ecológico ya que por sus plantaciones bajo sombra principalmente nos ayuda a conservar el medio ambiente.

México es un gran productor de café de buena calidad gracias a la altura, clima, topografía, suelo y a las variedades producidas; donde la especie "Arábica" es la que principalmente se produce, utilizando la mayoría de sus variedades como lo son Bourbon, Caturra, Maragogipe, Mundo Nuevo, Garnica y Typica; siendo esta última la más destacada, sin embargo, hoy en día se están comenzando a utilizar variedades de porte bajo y con mayor producción como lo es Catimor y Catai; variedades que gozan de más calidad, volumen producido, rendimiento, aroma, acidez y algo muy importante, resistentes a plagas y enfermedades.

Una de las plagas de mayor importancia es el llamado minador de la hoja, se trata de un insecto de la familia Lyonetiidae del género *Leucoptera* y especie *coffeella* considerado una plaga de época seca, en la cual la larva del minador se alimenta de la hoja, causando daños a la planta. La hembra coloca huevecillos fértiles sobre el haz de la hoja de la planta de café, de forma unitarios, cuando se observan varios huevos juntos significa que varias hembras ovopositaron allí. Si la larva no emerge en un lapso de 6 a 7 días indica que esta está alimentándose dentro, lo que realizara por 15 días generando minas en las hojas. Posteriormente, esta larva sale de las minas y se dirige a pupar para desarrollarse posteriormente en adulto. Su ciclo de vida integro llega a ser de 26 -29 días (*Minador de la hoja – Información – Panorama AGROPECUARIO, s/f*). Si se presentan altas incidencias, esta plaga puede provocar defoliaciones, lo que ocasiona afectaciones en los procesos de floración y cuajado del fruto.

El manejo de la plaga debe realizarse de una manera integral, utilizando estrategias de muestreo, un control cultural, biológico, natural y químico, siendo este aspecto de relevancia, teniendo en cuenta el desembolso que los productores generan realizando esta actividad. En la implementación de un buen programa de manejo integrado para minador de la hoja, tendría que

ser determinante el conocer el comportamiento poblacional de este y a su vez determinar la forma en que oscila en el tiempo. Para este aspecto concreto la aplicación de la geoestadística resulta ser una herramienta eficaz y pertinente, que puede ser de gran ayuda para el control de esta plaga.

La Geoestadística es considerada una rama de la estadística aplicada que se caracteriza por el análisis y la modelización de variables espaciales en ciencias de la tierra. Donde su principal estudio hoy en día se considera el análisis y la predicción de manifestaciones en el tiempo y/o espacio. Donde en oposición con la estadística clásica o convencional, los valores no se consideran independientes, es decir, existe una relación o dependencia espacial que nos dice que los valores están correlacionados; esta herramienta nos permite analizar la distribución espacial de poblaciones de insectos y así conocer su comportamiento en el espacio y en el tiempo para poder establecer un control adecuado.

El presente trabajo tiene como finalidad hacer la comparación de la distribución espacial de minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*) en tres municipios productores de café en el estado de México, para tal efecto se modelizo la distribución espacial de las poblaciones de minador mediante la utilización de técnicas geoestadísticas y así realizar una respectiva comparación. También se realizaron mapas de distribución espacial de las poblaciones de minador mediante la técnica del krigeado ordinario y así se determinó el porcentaje de infestación de la plaga.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en municipios productores de café del estado de México abarcando Amatepec con altitud de 1813 metros, Temascaltepec con 2200 metros y Sultepec con 2314 metros sobre el nivel del mar, así como con temperaturas de entre 5 y 24° C y una precipitación media de 2446 mm. Donde se muestrearon dos parcelas de media hectárea cada una, por municipio, considerando 200 arbustos (puntos de muestreo) distribuidos aleatoriamente en la parcela, cada arbusto seleccionado se etiqueto con una banda plástica de color rojo y se georreferencio mediante un sistema de posicionamiento DGPS (modelo SPS 351, Trimble) para establecer sus coordenadas geográficas y a futuro poder llegar a monitorear ese arbusto. Se realizaron los muestreos cada catorcena para tener un total de 12 muestreos por parcela, por municipio. Para contabilizar el número de minadores se contaron la cantidad de hojas minadas en cuatro ramas (cada una por punto cardinal) de cada estrato del arbusto.

Obtenidos los datos de muestreo se realizó la comprobación de la normalidad de los datos con el objeto de poder cubrir este requisito importante para utilizar las técnicas geoestadísticas y de esta forma conocer el comportamiento espacial del insecto plaga y su daño el cual fue medido en cuanto al número de minas que presentaban las hojas. Para el estudio se consideraron las variables climáticas (temperatura, humedad, velocidad del viento y precipitación) en cada una de las parcelas seleccionadas, consultando estaciones meteorológicas cercanas.

En el análisis geoestadístico comprende tres pasos principales (Isaaks & Srivastava, 1989). Los cuales son:

1. **La estimación del semivariograma.** Esta se estimó con base a los datos obtenidos en cada uno de los muestreos, donde el valor experimental del semivariograma se estimó con la expresión (Moral García, 2004).

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i + h) - z(x_i)]^2$$

Dónde: $\gamma^*(h)$ es el valor experimental del semivariograma para el intervalo de distancia h ; $N(h)$ es el número de pares de puntos muestrales separados por el intervalo de distancia h ; $z(x_i)$ es el valor de la variable de interés en el punto muestral x_i y $z(x_i + h)$ es valor de la variable de interés en el punto muestra $x_i + h$.

En la realización del semivariograma experimental a cada muestreo de las zonas experimentales se empleó el programa Variowin 2.2 (Software for Spatial Data Analysis in 2D. Spring Verlag, New York. USA.)

2. **La estimación de los parámetros del modelo de semivariograma.** Obtenidos los semivariogramas experimentales en el muestreo de las poblaciones de minador de la hoja, se ajustaron a algún modelo teórico; los cuales no son más que funciones con una expresión analítica sencilla que se emplea para representar semivariogramas reales.

Los modelos teóricos más comunes y a los cuales se deberán ajustar los semivariogramas experimentales realizados son modelo esférico, modelo exponencial, modelo gaussiano, modelo logarítmico, modelo efecto pepita puro, modelo efecto agujero, modelo monómico (Sciarretta *et al.*, 2001); utilizando el programa Variowin versión 2.2 (Tapia Rodríguez *et al.*, 2020).

Ajustados los semivariogramas a alguno de los modelos mencionados fue necesario llevar acabo la validación, la cual se llevó a cabo con el método de validación cruzada (Isaaks & Srivastava, 1989), a través de este procedimiento no paramétrico se elimina el valor muestral y se utiliza el método de interpolación geoestadístico llamado krigado a la par con el modelo de semivariograma a valida, para poder calcular el valor de la variable de interés según el punto muestral a partir de los valores muestrales restantes. Esta sucesión se realizó continuamente en todos los sitios muestreados y la disimilitud entre los valores experimentales y los valores estimados se obtienen a través de los llamados estadísticos de validación cruzada (Hevesi *et al.*, 1992). Donde los parámetros a validar (C0, efecto pepita, C, meseta y a, rango o alcance) se modificaron con método de prueba error hasta lograr tener los estadísticos de validación cruzada adecuados (Maldonado Zamora *et al.*, 2017). Donde los estadísticos son los siguientes:

1. Media de los errores de estimación (MEE):

$$MEE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [z^*(x_i) - z(x_i)]$$

Donde $z^*(x_i)$ es el valor estimado de la variable de interés en el punto x_i ; $z(x_i)$ es el valor medido de la variable de interés en el punto x_i y n es el número de puntos muestrales utilizado en la interpolación. La MEE no debe ser significativamente distinta de 0 (Prueba de t), en cuyo caso, indica que le modelo de semivariograma permite el cálculo de estimadores no sesgados.

2. Error cuadrático medio (ECM): $ECM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [z^*(x_i) - z(x_i)]^2$

Un modelo de semivariograma se considera adecuado si, como regla práctica, el ECM es menor que la varianza de los valores muestrales (Hevesi et al., 1992).

3. Error cuadrático medio adimensional (ECMA): $ECMA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{z^*(x_i) - z(x_i)}{\sigma_k} \right]^2$

La validez del modelo se cumple si el ECMA se encuentra entre los valores $1 \pm 2(2/N)^{0.5}$. Igualmente se debe cumplir que la varianza de los errores debe ser \leq que la varianza muestral (Samper y Carrera, 1996).

Validados los modelos se llevará a cabo una regresión simple entre número de minador de hoja de cada parcela y su respectivo valor del efecto pepita, para comprobar si hay o no una relación significativa.

Nivel de Dependencia Espacial

Para percibir el grado de relación que existe entre los datos o nivel de dependencia espacial se llevó a cabo una división del efecto pepita entre la meseta y el resultado obtenido se presenta en porcentaje. Donde si el resultado es menor a 25% el nivel de dependencia espacial es alta, si resultara entre 26% y 75% el nivel de dependencia sería moderado y si fuera mayor a 76% el nivel de dependencia sería bajo esto según (Sayad et al., 2017).

La Estimación de la Superficie (mapas) Utilizando el Krigeado

Obtenidos los modelos de semivariogramas ya validados se empleó el método geoestadístico llamado krigeado, que es un estimador exacto y sus ecuaciones no dependen de los valores medidos de las variables, sino solamente de sus posiciones y del semivariograma; a través de este método se elaboraron los mapas de densidad para las poblaciones de minador de la hoja de cada una de las parcelas y fechas de muestreo. El krigeado es el método de interpolación que permite la estima no sesgada de puntos que no fueron muestreados.

El objetivo de este método es generar una estimación $Z^*(x)$, de $Z(x)$, como una mezcla lineal de valores medidos Z_i en los puntos de observación X_i . Así como también obtener la varianza del error de estimación. Lo que da origen a un sistema lineal de ecuaciones que se conoce como ecuaciones de krigeado. Según menciona Trematerra et al. 2004 existen varios tipos de krigeado que se basan en distintas hipótesis. En el presente trabajo se utilizará el krigeado ordinario para obtener las estimaciones correspondientes, utilizando el software Surfer 16.0 (programa de interpolación) para la elaboración de los mapas de infestación.

Superficie Infestada

A través de estos mapas se continuo con el cálculo de la superficie infestada en cada muestreo y parcela, procedimiento que nos sirvió para conocer si la infestación se presenta en toda el área de estudio o no y así posteriormente realizar programas de manejo adecuados. Así como realizar un análisis de los gastos en cuanto a las aplicaciones dirigidas a el control de minador de la hoja, lo que nos permitió conocer el ahorro económico que se tendría con aplicaciones dirigidas a solo las zonas infestadas, demostrando que se puede tener un ahorro económico y de producto en cada una de las aplicaciones generadas; y esto si se manejara a nivel región generaría un beneficio en el cuidado del medio ambiente.

Ahorro Económico

Para este apartado, ya conocido el porcentaje de infestación de la plaga en cada mapa, se realizó un cálculo en el costo de una aplicación normal como es que la manejan los productores y de esta manera con el porcentaje de infestación se calculó el costo de una aplicación dirigida a solo las zonas infestadas, la diferencia entre ambos valores nos indicó el valor del ahorro económico obtenido mediante esta técnica aplicada.

Resultados y Discusión

En el presente trabajo con la información recabada en cada uno de los muestreos catorcenales que se realizaron fue posible determinar la presencia de *Leucoptera coffeella* en los 12 muestreos realizados, en cada una de las seis parcelas de los tres municipios, donde en el primer muestreo del mes de septiembre de cada parcelas, se tuvo la mayor población de minador de la hoja; comenzando por la parcela de Amatepec teniendo 11.8 individuos por arbusto, seguida por una segunda también de este municipio con 11.35 individuos (Tabla 1); posterior a este municipio se encuentra Sultepec y finalmente Temascaltepec con el menor número de individuos por arbusto. Siendo la época seca cuando más se llega a desarrollar esta plaga, ya que es a los cambios de temperatura a los que se le atribuye este incremento por que el minador de la hoja es una especie que prevalece en periodos de verano y durante fenómenos meteorológicos. Incluso se menciona que si la temperatura llega a aumentar un grado se obtiene una generación adicional al año (Constantino *et al.*, 2011)

Los modelos a los que se ajustaron los semivariogramas fueron en su mayoría esféricos el cual nos indica que la plaga tiene un comportamiento más estable con focos de infestación bien establecidos, solo para el mes de febrero en Amatepec y Sultepec se presentó el modelo gaussiano que hace referencia a la continuidad de la plaga (Tabla 1).

Los semivariogramas se ajustaron a los modelos esférico y gaussiano, de lo que se concluye que las parcelas que los modelos fueron esféricos nos indican que de las poblaciones de minador de la hoja se presentaron en mayor cantidad en zonas específicas de la parcela que el remanente de los puntos considerados en el muestreo, es decir, los centros de agregación son aleatorios, estando dentro de la zona infestada, ocasionado por las condiciones ambientales. Tapia Rodríguez *et al.*, 2020 en su estudio de antracnosis en aguacate, menciona que los modelos esféricos tienen una dependencia espacial alta; indicando que dentro de los huertos de estudio hay zonas donde hay mayor infección de antracnosis, y esto posiblemente a las condiciones agronómicas y del ambiente.

Para el caso de los modelos gaussianos, nos indican que el comportamiento de la agregación de minador de la hoja se presenta de manera continua en las parcelas, ya que la infestación de este insecto con relación a su avance es entre los arbustos vecinos, lo que nos indica que podría ser hoja por hoja ya que el arbusto presenta las condiciones para su desarrollo, donde también Quiñones Valdez *et al.*, 2020 en su estudio de distribución de Trips, describieron que la presencia de trips se ajusta a modelos gaussianos, ya que el comportamiento del insecto se expresa de forma continua en las plantaciones de gladiolo.

Los modelos esféricos y gaussianos a los que se ajustaron los semivariogramas nos indican que *Leucoptera coffeella* no tiene un comportamiento espacial definido, encontrándose en movimiento según las condiciones climáticas principalmente.

Se observa que en todas las fechas de muestreo se encontró un nivel de dependencia espacial alta, lo que nos indica que existe una fuerte relación espacial entre los datos obtenidos en los muestreos, lo que sugiere que los agrupamientos encontrados son estables en el tiempo Tapia Rodríguez *et al.* 2020.

Para el nivel de dependencia espacial que resulto ser alto, por la división del valor del efecto pepita entre el valor de la meseta, en donde el resultado obtenido es 25% para todos los semivariogramas. Por lo que los valores del efecto pepita indicaron una alta dependencia espacial, lo cual permite suponer que las poblaciones de minador de la hoja dependen entre sí y su nivel de agregación es alto (Solares *et al.*, 2011).

Para el efecto pepita el resultado siempre fue cero en todas las fechas de muestreo lo que nos indica que el error de muestreo fue mínimo y la escala que se utilizo fue la adecuada, así como lo menciona Lara-Vázquez *et al.*, 2018 en el analisis espacial de las poblaciones de araña roja en el cultivo de aguacate.

El parámetro rango de los modelos de semivariograma para el municipio de Temascaltepec fluctuaron entre 5.6 metros para el muestreo de “septiembre 2” y 11.4 metros en el muestre de “Noviembre 1” para la parcela 1 mientras que para la parcela 2 los rangos fueron de 5.02 metros para “febrero 2” a 9.6 metros en los meses de “septiembre 1” y “diciembre 2”.

Para el caso de Amatepec los rangos oscilaron entre 5.6 metros para los muestreos de “septiembre 1”, “octubre 1” y “enero 2”, a 9 metros en los muestreos de “noviembre 1 y 2” estos datos para la parcela de 1, mientras que para parcela 2 se presentó más la variación en los rangos, mostrando en todos los muestreos un rango diferente, y oscilando para esta parcela rangos de 6.4 metros en “noviembre 2” a 10.8 metros en “diciembre 2”.

En el municipio de Sultepec, los rangos oscilaron entre 5.4 metros para el mes de “febrero 2” a 10.8 metros para “enero 2” en la parcela 1, mientras que para la parcela 2 los rangos fueron de 7.2 metros en el mes de “septiembre 1” a 11.4 metros en “octubre 1”. El conocer el valor del rango nos ayuda a expresar la validez de los modelos ajustados, se extiende a distancias razonables en cuanto a la explicación del fenómeno de agregación de las poblaciones del insecto.

Tabla 1. Parámetros efecto pepita, meseta y rango, así como modelos ajustados a los semivariogramas de minador de la hoja en tres municipios del estado de México.

Una herramienta más que resulta ser elemental para el análisis espacial de plagas es la creación de mapas de densidad (Fig.1, 2, 3,); para lo que en el presente estudio los mapas de infestación nos indican de una manera más visual cual fue el comportamiento del minador de la hoja en las zonas de estudio, donde en todos los mapas pudimos observar centros de agregación, los cuales también nos sirven para corroborar los modelos de los semivariogramas a los que se ajustaron los muestreos.

PARCELA 1- TEMASCALTEPEC

MUESTREO	MEDIA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	DEPENDENCIA ESPACIAL
SEPTIEMBRE 1	3.910	Esférico	0	15.92	9.6	ALTA
SEPTIEMBRE 2	3.264	Esférico	0	13.85	5.6	ALTA
OCTUBRE 1	3.162	Esférico	0	13.38	9	ALTA
OCTUBRE 2	3.175	Esférico	0	13.23	10.2	ALTA
NOVIEMBRE 1	2.979	Esférico	0	12.15	11.4	ALTA
NOVIEMBRE 2	2.544	Esférico	0	10.2	6.4	ALTA
DICIEMBRE 1	2.328	Esférico	0	9.22	8.4	ALTA
DICIEMBRE 2	2.230	Esférico	0	8.16	10.2	ALTA
ENERO 1	1.891	Esférico	0	9.17	9	ALTA
ENERO 2	1.919	Esférico	0	6.39	6.4	ALTA
FEBRERO 1	1.610	Esférico	0	5.29	6.4	ALTA
FEBRERO 2	1.498	Esférico	0	4.93	6	ALTA
	2.5425					

PARCELA 2 – TEMASCATEPEC

MUESTREO	MEDIA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	DEPENDENCIA ESPACIAL
SEPTIEMBRE 1	3.875	Esférico	0	13.35	9.6	ALTA
SEPTIEMBRE 2	3.574	Esférico	0	12.25	8.4	ALTA
OCTUBRE 1	3.310	Esférico	0	11.27	9	ALTA
OCTUBRE 2	2.992	Esférico	0	8.49	9	ALTA
NOVIEMBRE 1	2.787	Esférico	0	9.06	9	ALTA
NOVIEMBRE 2	2.660	Esférico	0	8.45	8.4	ALTA
DICIEMBRE 1	2.487	Esférico	0	8.23	8.4	ALTA
DICIEMBRE 2	2.318	Esférico	0	7.30	9.6	ALTA
ENERO 1	2.166	Esférico	0	6.65	9	ALTA
ENERO 2	1.849	Esférico	0	5.87	8.4	ALTA
FEBRERO 1	1.710	Esférico	0	5.18	7.8	ALTA
FEBRERO 2	1.566	Esférico	0	5.02	8.4	ALTA
	2.607833 33					

PARCELA 1 - AMATEPEC

MUESTREO	MEDIA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	DEPENDENCIA ESPACIAL
SEPTIEMBRE 1	12.374	ESFERICO	0	72.49	5.6	ALTA
SEPTIEMBRE 2	12.390	ESFERICO	0	70.81	6	ALTA
OCTUBRE 1	12.231	ESFERICO	0	68.59	5.6	ALTA
OCTUBRE 2	12.139	ESFERICO	0	62.83	8.4	ALTA
NOVIEMBRE 1	12.060	ESFERICO	0	61.77	9	ALTA
NOVIEMBRE 2	11.890	ESFERICO	0	60.30	9	ALTA
DICIEMBRE1	11.725	ESFERICO	0	58.42	7.8	ALTA
DICIEMBRE2	11.617	ESFERICO	0	58.56	7.2	ALTA
ENERO 1	11.498	ESFERICO	0	56.23	6	ALTA

ENERO 2	11.352	ESFERICO	0	56.21	5.6	ALTA
FEBRERO 1	11.267	GAUSS	0	50.96	6.24	ALTA
FEBRERO 2	11.142	ESFERICO	0	49.05	7.2	ALTA
	11.80708					

PARCELA 2 - AMATEPEC

MUESTREO	MEDIA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	DEPENDENCIA ESPACIAL
SEPTIEMBRE 1	12.660	ESFERICO	0	56.60	9.6	ALTA
SEPTIEMBRE 2	12.365	ESFERICO	0	51.14	6	ALTA
OCTUBRE 1	12.095	ESFERICO	0	53.32	9	ALTA
OCTUBRE 2	11.952	ESFERICO	0	51.60	9	ALTA
NOVIEMBRE 1	11.761	ESFERICO	0	48.18	9.6	ALTA
NOVIEMBRE 2	11.482	ESFERICO	0	43.75	6.4	ALTA
DICIEMBRE 1	11.230	ESFERICO	0	44.23	9.6	ALTA
DICIEMBRE 2	10.942	ESFERICO	0	41.64	10.8	ALTA
ENERO 1	10.807	ESFERICO	0	41.43	9.6	ALTA
ENERO 2	10.452	ESFERICO	0	38.93	10.2	ALTA
FEBRERO 1	10.329	ESFERICO	0	36.61	10.6	ALTA
FEBRERO 2	10.180	ESFERICO	0	33.32	9.6	ALTA
	11.35458					

PARCELA 1- SULTEPEC

MUESTREO	MEDIA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	DEPENDENCIA ESPACIAL
SEPTIEMBRE 1	5.488	ESFERICO	0	30.66	9	ALTA
SEPTIEMBRE 2	5.439	ESFERICO	0	28.711	6	ALTA
OCTUBRE 1	5.384	ESFERICO	0	26.97	9.59	ALTA
OCTUBRE 2	5.297	ESFERICO	0	25.845	9.6	ALTA
NOVIEMBRE 1	5.281	ESFERICO	0	23.800	9.6	ALTA
NOVIEMBRE 2	5.217	ESFERICO	0	22.523	9.6	ALTA
DICIEMBRE 1	4.866	ESFERICO	0	18.189	9.6	ALTA
DICIEMBRE 2	4.446	ESFERICO	0	17.041	5.76	ALTA
ENERO 1	4.315	ESFERICO	0	18.173	9.6	ALTA
ENERO 2	3.902	ESFERICO	0	14.203	10.2	ALTA
FEBRERO 1	3.688	ESFERICO	0	19.675	6.48	ALTA
FEBRERO 2	3.133	GAUSS	0	12.310	5.4	ALTA
	4.70466667					

PARCELA 2 - SULTEPEC

MUESTREO	MEDIA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	DEPENDENCIA ESPACIAL
SEPTIEMBRE 1	5.672	ESFERICO	0	19.55	7.2	ALTA
SEPTIEMBRE 2	5.307	ESFERICO	0	18.92	10.2	ALTA
OCTUBRE 1	4.925	ESFERICO	0	17.34	11.4	ALTA

OCTUBRE 2	4.698	ESFERICO	0	16.73	10.2	ALTA
NOVIEMBRE 1	4.465	ESFERICO	0	16.10	10.2	ALTA
NOVIEMBRE 2	4.267	ESFERICO	0	14.267	10.2	ALTA
DICIEMBRE 1	3.900	ESFERICO	0	12.64	10.2	ALTA
DICIEMBRE 2	3.487	ESFERICO	0	11.86	10.2	ALTA
ENERO 1	3.138	ESFERICO	0	11.13	9.44	ALTA
ENERO 2	2.832	ESFERICO	0	10.36	11.4	ALTA
FEBRERO 1	2.756	ESFERICO	0	9.56	10.2	ALTA
FEBRERO 2	2.339	ESFERICO	0	8.20	10.8	ALTA
	3.98216667					

Fig. 1 Mapas de densidad de las poblaciones de minador de la hoja en el municipio de Temascaltepec. Parcela1.

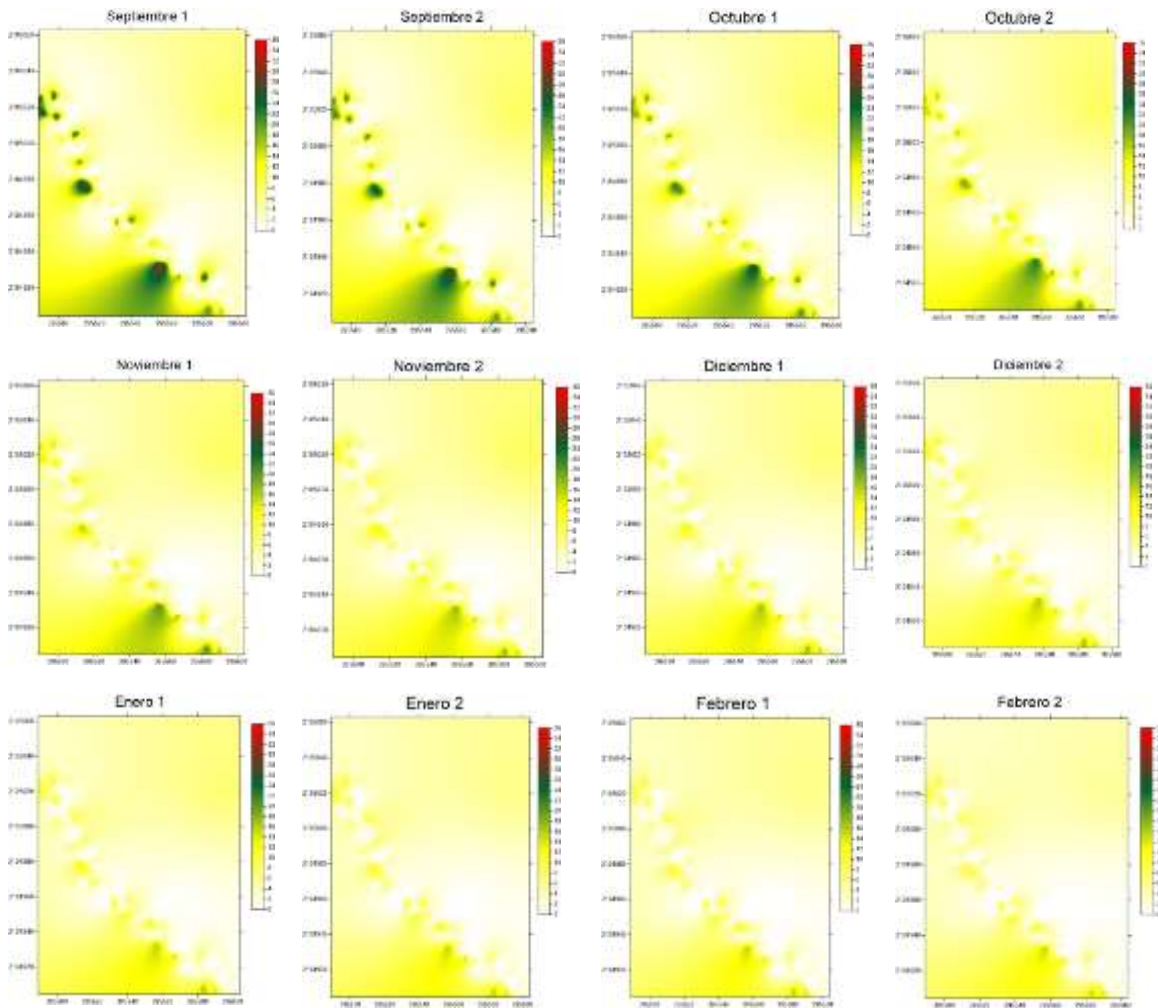


Fig. 1 Mapas de densidad de las poblaciones de minador de la hoja en el municipio de Temascaltepec. Parcela 2.

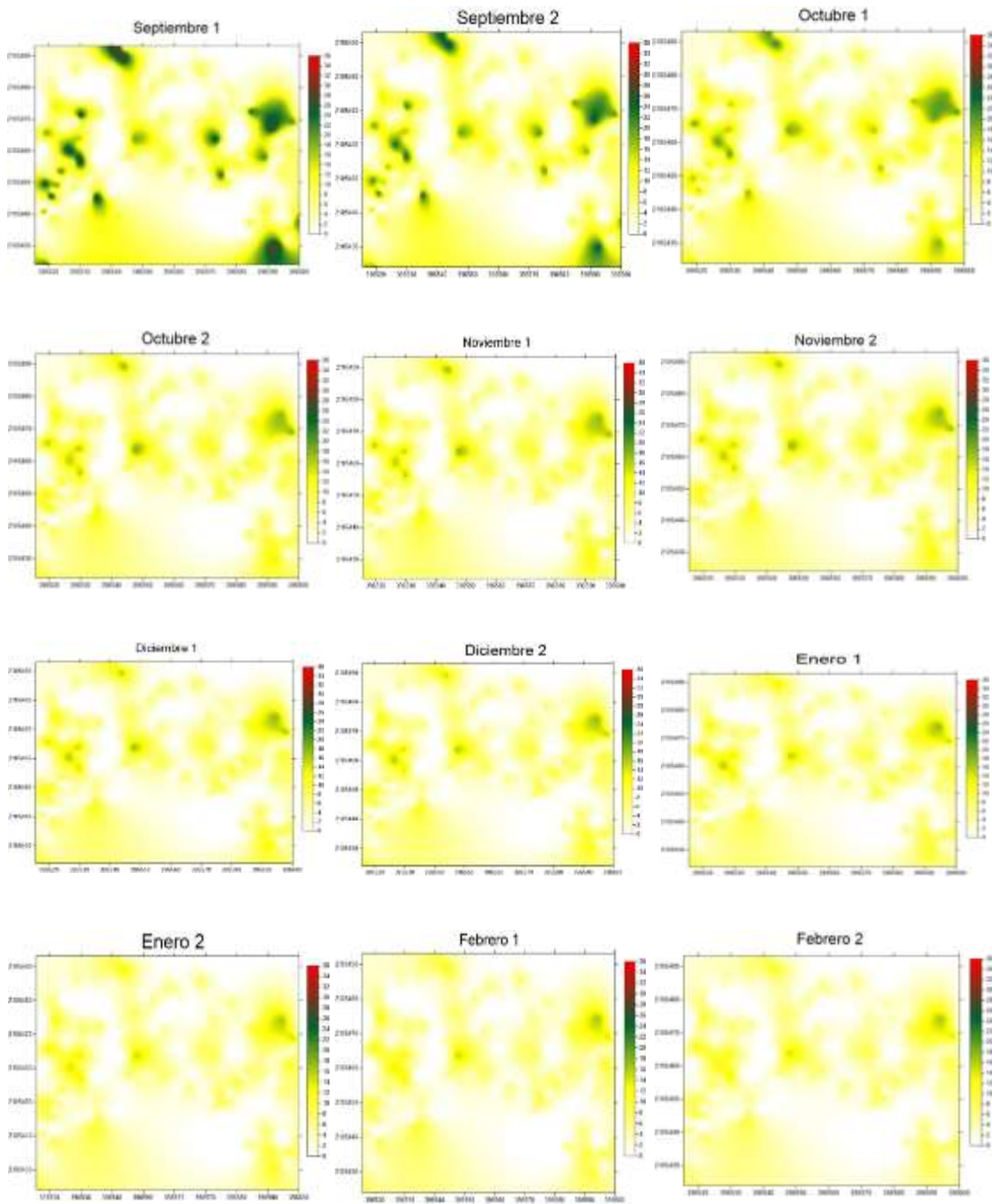


Fig. 2 Mapas de densidad de las poblaciones de minador de la hoja en el municipio de Amtepec. Parcela 1.

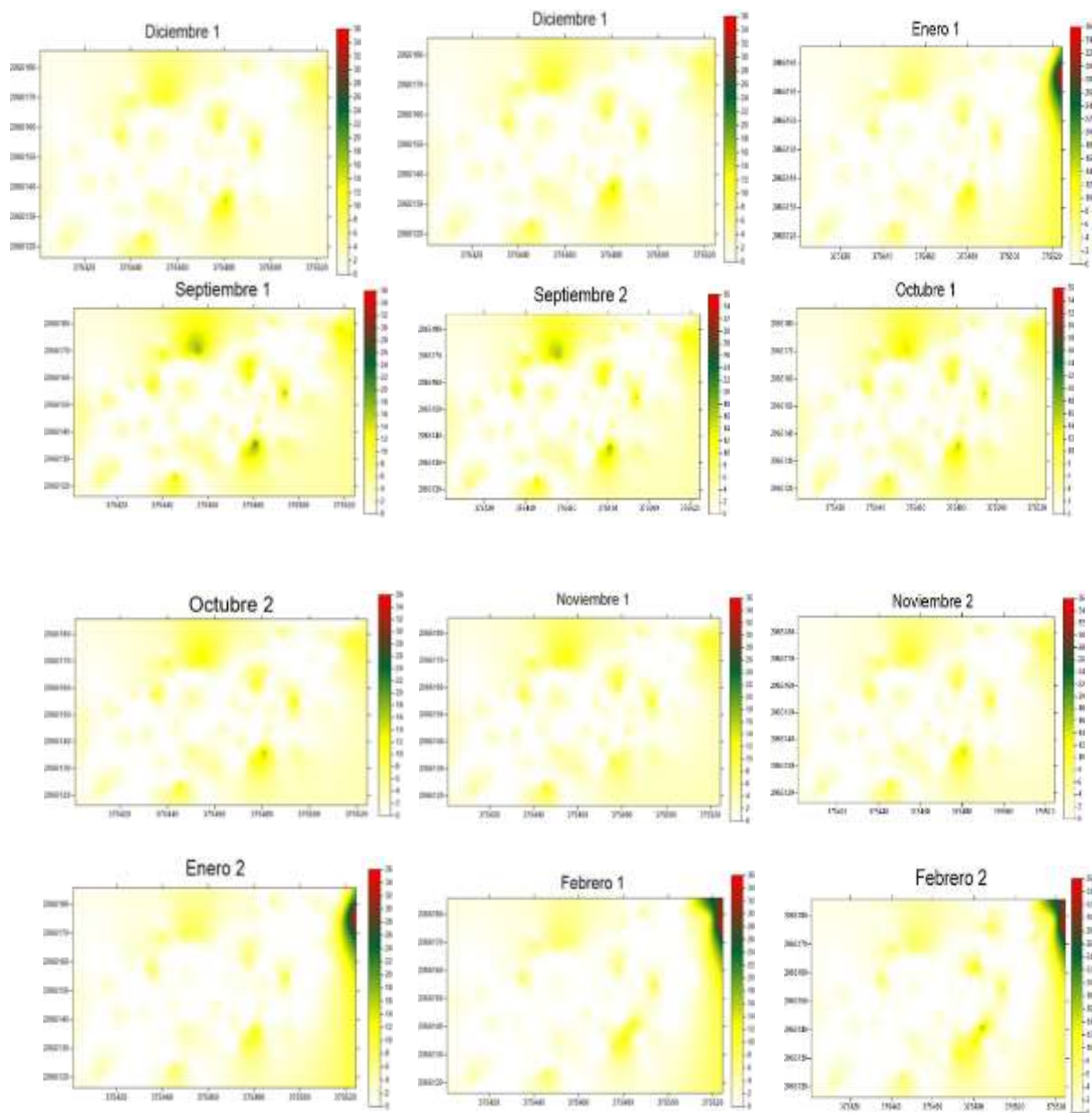


Fig. 2 Mapas de densidad de las poblaciones de minador de la hoja en el municipio de Amatepec. Parcela 2.

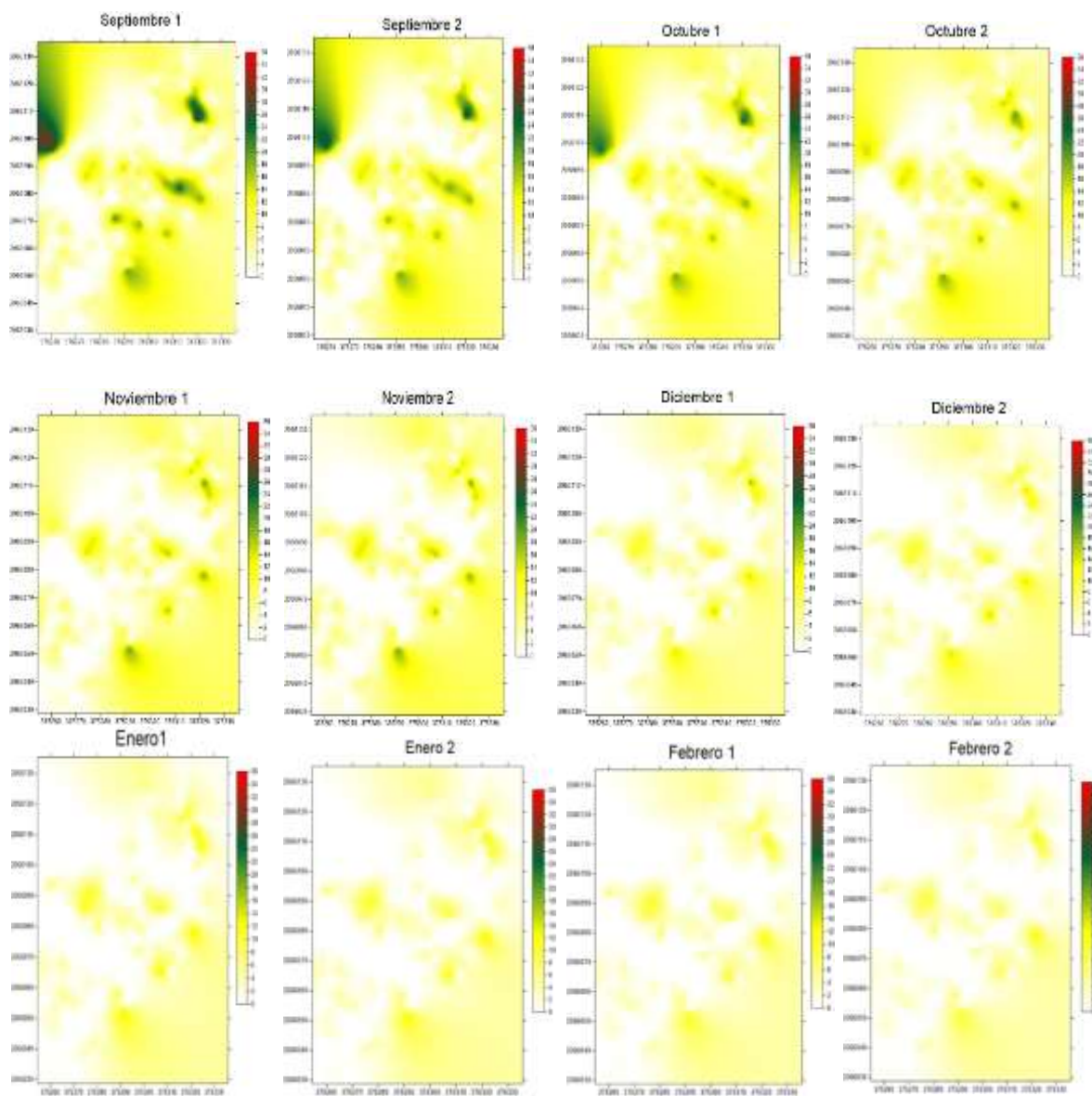


Fig. 3 Mapas de densidad de las poblaciones de minador de la hoja en el municipio de Sultepec. Parcela 1.

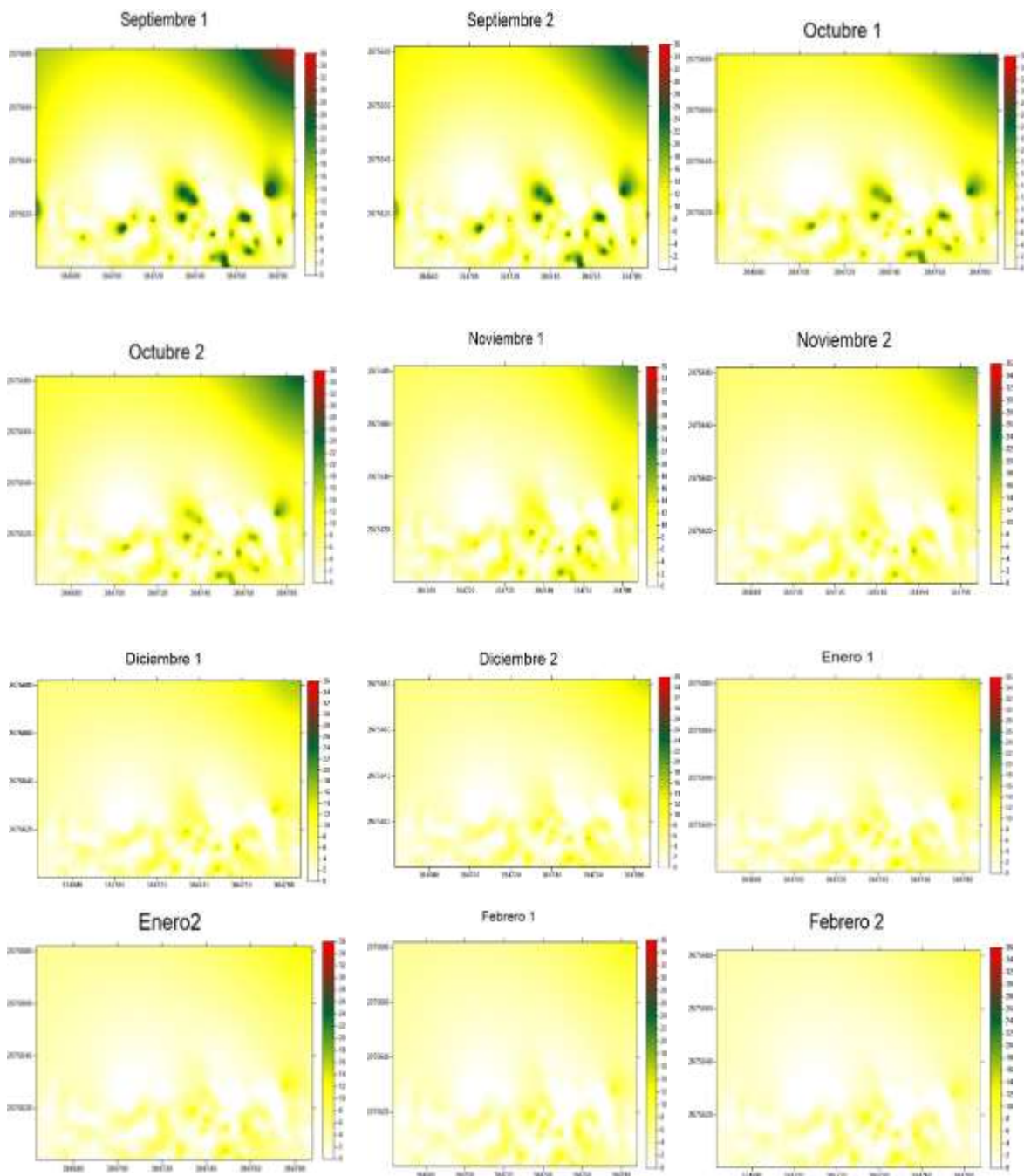
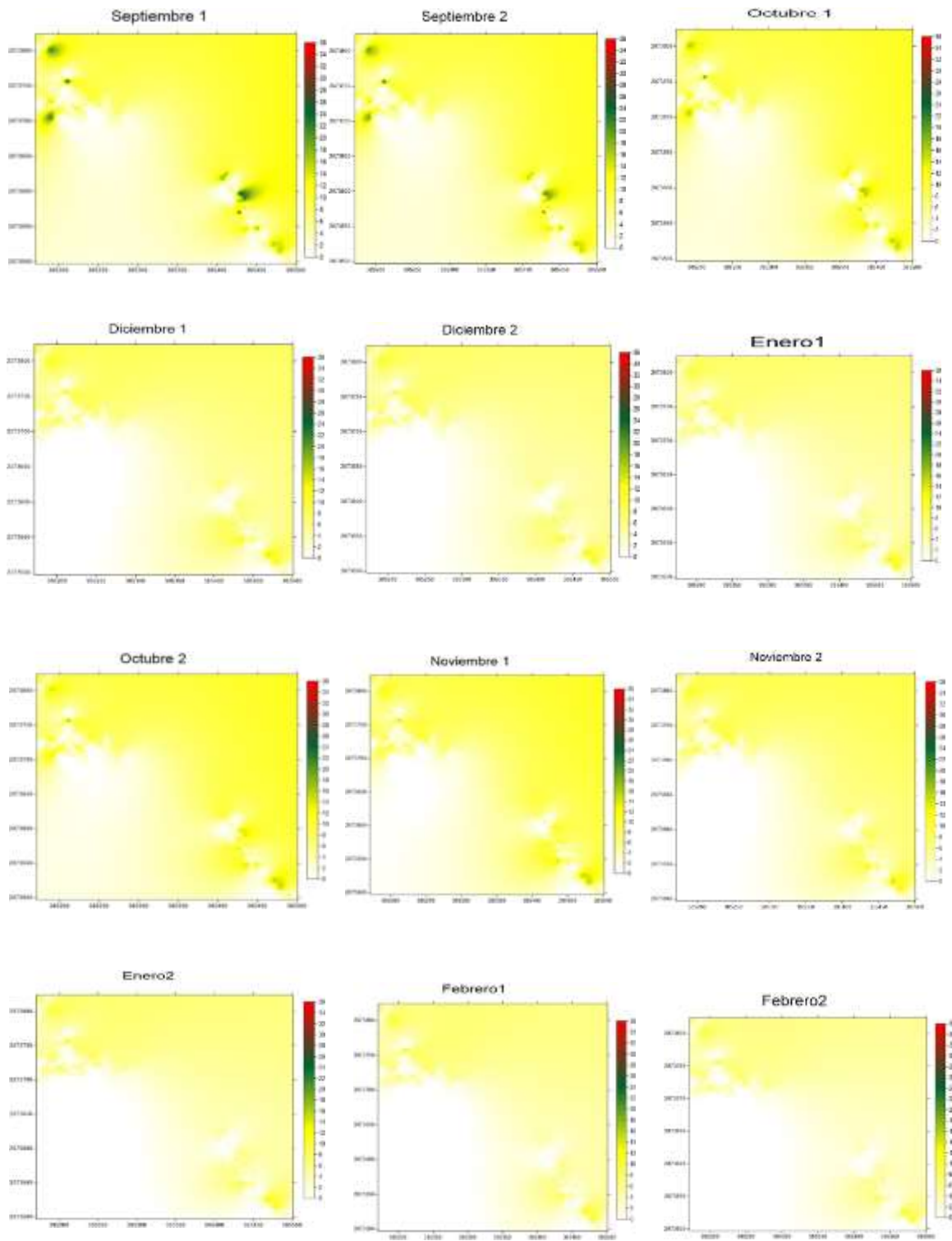


Fig. 3 Mapas de densidad de las poblaciones de minador de la hoja en el municipio de Sultepec. Parcela 2.



Para la superficie infestada en las parcelas se calculó con apoyo de los mapas de infestación (Fig. 1, 2, 3,), herramienta que nos sirvió para conocer el porcentaje en nivel de infestación de minador de la hoja dentro de las parcelas, donde los mapas de superficie infestada nos representan en el eje x

el número de hojas que se monitoreaban , 36 de las cuales eran 3 por rama por punto cardinal, por estrato del arbusto (alto, medio y bajo), y donde el color nos representa el grado de infestación de la parcela, siendo el rojo el q nos indica la mayor presencia de minador de la hoja, el verde moderadamente alto, el amarillo moderado y el blanco el mínimo; también se puede observar que en ninguna de las parcelas seleccionadas de los tres municipios se presenta minador de la hoja con infestaciones del 100%, destacando las parcelas de Sultepec por ser el municipio con el mayor porcentaje de infestación siendo este 79%, seguido por Temascaltepec con 86% y finalmente Amatepec con un 68%. Algo que no se debe de confundir es el porcentaje de infestación con el número de insectos por parcela ya que se pueden llegar a encontrar niveles de infestación grandes, pero tener una fluctuación poblacional baja, resaltando que el nivel de infestación solo se refiere a la presencia del insecto dentro de la parcela y o a su nivel poblacional, tal como lo menciona Higuera y García en el 2014 con la distribución de trips en tomate de cascara.

En cuanto al comportamiento espacial que presento este insecto se puede observar en los mapas que se realizaron con la técnica del krigeado, ya que nos permite visibilizar las áreas infestadas y las libres; por lo que en los mapas nos expresan que *Leucoptera coffeella* no se presenta al 100% en las superficies de las parcelas muestreadas, donde también Lara Vázquez *et al.*, 2018 en poblaciones de araña roja la cual no se presentan infestaciones del 100% en el cultivo de aguacate, indicando que se debe a diferentes factores del ambiente.

Tabla 2. Valores de la superficie infestada y no infestada (%) extraídos de los muestreos de minador de la hoja en tres municipios del estado de México.

S.I.: Superficie Infestada S.NO I.: Superficie No Infestada

	TEMASCALTEPEC				AMATEPEC				SULTEPEC			
	LA MINA		LA CRUZ		AVELINO 1		AVELINO 2		PEDRO		LUIS SANCHEZ FLORES	
MUESTREO	S. I. %	S. NO I. %	S. I. %	S. NO I. %	S. I. %	S. NO I. %	S. I. %	S. NO I. %	S. I. %	S. NO I. %	S. I. %	S. NO I. %
sep-01	86	14	66	34	64	36	68	32	77	23	79	21
sep-02	86	14	66	34	64	36	68	32	77	23	79	21
oct-01	85	15	64	36	63	37	67	33	76	24	78	22
oct-02	85	15	64	36	63	37	66	34	76	24	78	22
nov-01	84	16	64	36	62	38	66	34	75	25	76	24
nov-02	84	16	63	37	61	39	65	35	75	25	75	25
dic-01	84	16	63	37	61	39	65	35	75	25	75	25
dic-02	84	16	63	37	61	39	64	36	75	25	75	25
ene-01	84	16	62	38	60	40	63	37	75	25	74	26
ene-02	83	17	62	38	60	40	63	37	74	26	74	26
feb-01	83	17	64	36	60	40	63	37	74	26	74	26
feb-02	84	16	64	36	60	40	62	38	74	26	73	27

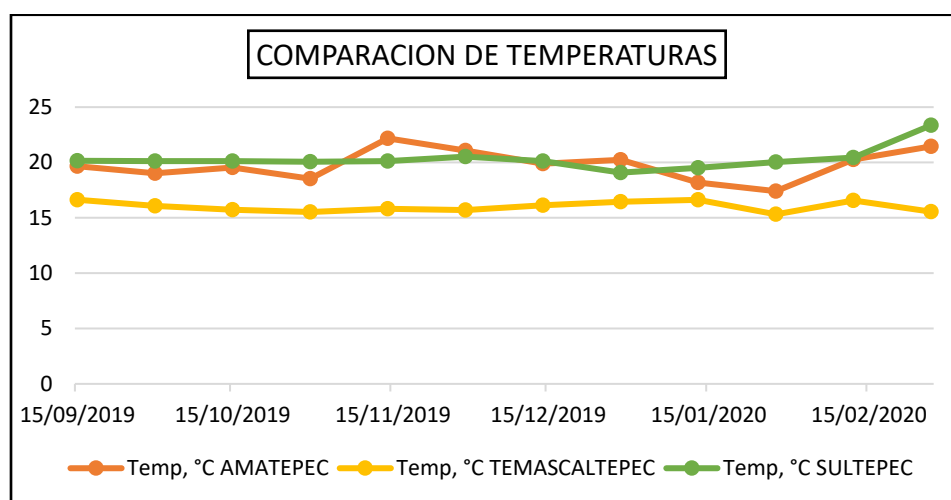
Es necesario que en el proceso agrícola se exploren diferentes opciones para manejar plagas en todos los cultivos, ya que resultaría de mayor utilidad y de importancia para el manejo equilibrado con el medio ambiente, como lo menciona Rivera, 2016 donde dice que, si bien es cierto que hoy en día la agricultura no se alcanza en su punto máximo sin la utilización de agroquímicos, existen alternativas las cuales se pueden poner en marcha para generar un menor impacto en los ecosistemas.

En el objetivo de este trabajo que fue el comparar el comportamiento espacial de *Leucoptera coffeella* en tres municipios, nos ayudó a detectar que minador de la hoja muestra mayor presencia en los meses calurosos y secos (Septiembre, Octubre) y que para los meses más fríos el número de minador disminuye, pero se llega a mantener en el tiempo, tal como también lo menciona Jarra *et al.* 2021 en la distribución de *Copturus aguacatae* en el cultivo de aguacate.

El poder moldear el comportamiento espacial de minador de la hoja en los cafetales mediante la geoestadística fue determinante, la cual nos permitió conocer que este insecto se encuentra de manera agregada en el cultivo. Jiménez C. *et al.*, 2013 menciona que estos métodos proporcionan una medida más directa de la dependencia espacial, ya que se toman en cuenta el origen bidimensional de la distribución a través de su específica localización espacial y es libre de la relación entre la media y la varianza. La geoestadística es una de las técnicas que resulta de gran utilidad para modelizar la distribución espacial tanto de plantas parásitas, insectos, ácaros y enfermedades (Maldonado *et al.*, 2017).

La oscilación de las poblaciones de minador de la hoja en cafetales se presentó durante todos los meses muestreados, siendo los meses calurosos donde se manifiesta el incremento de esta plaga, en el presente trabajo se presentaron las mayores densidades en diferentes meses según el promedio de las temperaturas de los municipios, para lo que en la fig. 4 se presentan los promedios por catorcena de los tres municipios muestreados, los cuales nos indican los meses en que se tuvo variación en temperatura; donde se observa que para los municipios de Amatepec y Sultepec se tuvieron temperaturas medias y altas a diferencia de Temascaltepec que estuvieron en un rango de 15 a 18°C, aunque a lo contrario a esto se conoce que con el incremento de las temperaturas se tiene el aumento de poblaciones, nos que nos está indicando que es posible que algún otro factor climatológico sea el causante del incremento de las poblaciones de minador o que la presencia de maleza y cultivos cercanos sean el reservorio de minador de la hoja y cuando no se cuente con el alimento necesario en los arbustos migren a la maleza estopara el caso del municipio de Temascaltepec; como lo menciona Esquivel Higuera & Jasso García, 2014 con la distribución espacial y el mapeo de gusano soldado en el estado de Mexico, en el cultivo de maiz,el cual indica que se presenyo un adistribucion agregada y se presenta una estabilidad a corto plazo. Sin embargo, (Weisz et al., 1996)(Weisz et al., 1996)(Weisz et al., 1996)Weisz *et al.*, 1996 mencionan que la movilidad innata de los insectos adultos la estructura espacial debe ser considerada dinamica, es por eso que algunos otros factores pudieron ser los causantes del aumento o la dismucion de minador de la hoja en los cafetales.

Figura 4. Grafica de comparacion de temperatras de los tres municipios, según los muestreos.



En cuanto al control de minador de la hoja los productores realizan aplicaciones homogéneas de productos químicos como lo es la Abamactina y la Ciromacina donde aplican dos veces por semestre, lo que genera un gasto a la producción, para lo que el si se hace uso de los mapas de infestación se podrían hacer aplicaciones dirigidas a solo las zonas de mayor infestación y de esta manera se tendría un ahorro económico y ambiental como se muestra en la tabla 3. La tabla 3 nos indica las dos aplicaciones realizadas en dos fechas importantes del ciclo del cultivo que son septiembre y octubre, donde el costo de la aplicación convencional llega a ser de 3200 pesos por hectárea y de precisión de 2080 pesos por hectárea, y así podemos contrastar el ahorro en pesos por hectárea; en la segunda parte de la tabla nos muestra la cantidad de agroquímico que se aplica

de las dos maneras, al igual muestra el ahorro en producto que se puede tener en los dos tipos de aplicaciones, esto para el caso de Temascaltepec pero se puede visualizar también en los otros dos municipios, lo cual nos indica que si se realiza de una manera más dirigida a las zonas afectadas se puede llegar a tener un ahorro económico y de agroquímicos, así como lo menciona Quiñones Valdez *et al.*, 2020 en el comportamiento de roya en el cultivo de gladiolo reconociendo que si se conoce la distribución espacial de plagas o enfermedades se pueden dirigir de mejor manera las medidas de control generando dos principales tipos de ahorros.

Tabla 3. Ahorro económico y de producto químico, según la superficie infestada.

PARCELA	MUESTREO	AMATEPEC					
		Costo en agricultura de precisión (pesos/ha)		Ahorro (pesos /ha)	Cantidad de insecticida aplicado en agricultura de precisión (l/ha)		Ahorro en acaricida (l/ha)
		Convencional	Precisión		Convencional	Precisión	
Avelino 1 (Parcela 1)	Sept 01-02	1600	1024	576	2.7	1.728	0.972
	Oct-03, 04	1600	1008	592	2.7	1.701	0.999
	Total	3200	2032	1168	5.4	3.429	1.971
Avelino 2 (Parcela 2)	Sept 01-02	1600	1088	512	2.7	1.836	0.864
	Oct-03, 04	1600	1056	544	2.7	1.782	0.918
	Total	3200	2144	1056	5.4	3.618	1.782
PARCELA	MUESTREO	SULTEPEC					
		Costo en agricultura de precisión (pesos/ha)		Ahorro (pesos /ha)	Cantidad de insecticida aplicado en agricultura de precisión (l/ha)		Ahorro en acaricida (l/ha)
		Convencional	Precisión		Convencional	Precisión	
Pedro (Parcela 1)	Sept 01-02	1600	1232	368	2.7	2.079	0.621
	Oct 03-04	1600	1216	384	2.7	2.052	0.648
	Total	3200	2448	752	5.4	4.131	1.269
Luis Sánchez Flores (Parcela 2)	Sept 01-02	1600	1264	336	2.7	2.133	0.567
	Oct 03-04	1600	1248	352	2.7	2.106	0.594
	Total	3200	2512	688	5.4	4.239	1.161
PARCELA	MUESTREO	TEMASCALTEPEC					
		Costo en agricultura de precisión (pesos/ha)		Ahorro (pesos /ha)	Cantidad de insecticida aplicado en agricultura de precisión (l/ha)		Ahorro en acaricida (l/ha)
		Convencional	Precisión		Convencional	Precisión	
La Mina (Parcela 1)	Sept 01-02	1600	1376	224	2.7	2.322	0.378
	Oct 03-04	1600	1360	240	2.7	2.295	0.405
	Total	3200	2736	464	5.4	4.617	0.783
La Cruz (Parcela 2)	Sept 01-02	1600	1056	544	2.7	1.782	0.918
	Oct 03-04	1600	1024	576	2.7	1.728	0.972
	Total	3200	2080	1120	5.4	3.51	1.89

Con el uso de estas tecnologías podemos encaminar la cafecultura del estado de México a una reducción del impacto ambiental, ya que con la aplicación de estas técnicas se podrá reducir el uso de productos químicos y por lo tanto se tendrán productos más inocuos logrando así una sustentabilidad en la actividad.

Como conclusión del presente trabajo se puede decir que la utilización de la Geoestadística resulta ser eficaz para establecer el comportamiento de las poblaciones de minador de la hoja en cafetales del estado de México; así como mencionar que las poblaciones de minador de la hoja pueden llegar a presentar una estabilidad a corto plazo a través del tiempo, esto demostrado con los mapas realizados por la técnica del krigeado, que permitió lograr realizar mapas de infestación en los tres municipios para los 12 muestreos realizados. La temperatura resulta ser un factor influyente en el aumento de las poblaciones de minador de la hoja en los tres municipios del estado de México. Y finalmente hay que mencionar que con las técnicas de precisión que se utilizaron en el presente trabajo se puede realizar programas de manejo integrado de minador de la hoja donde se pueda abarcar varias tencas de control dentro de una misma unidad de producción.

Bibliografía

- Constantino, L. M., Flórez, J. C., Benavides, P., & Bacca, T. (2011). *Minador de las hojas del café Una plaga potencial por efectos del cambio climático*. CENICAFE.
https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Roya_cafeto/Fichas_tecnicas/Ficha_Técnica_de_Minador_de_la_hoja_del_cafeto.pdf
- Hevesi, J. A., Istok, J. D., & Flint, A. L. (1992). Estimación de precipitación en terreno montañoso mediante geoestadística multivariante. Parte I: Análisis Estructural. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 31, 661–676.
- Isaaks, E. H., & Srivastava, M. R. (1989). *Applied geostatistics*. New York : Oxford University Press, 0(0), 561.
- Maldonado, F. I., Ramirez, J. F., Lara, A. V., Acosta, D. A., Rivera, R., & Tapia Reyes, A. (2017). Mapeo de la distribución espacial de trips (Insecta:Thysanoptera) en parcelas comerciales de aguacate Var. Hass en Coatepec Harinas, Estado de México. *Ecosistemas*, 26(2), 52–60.
<https://doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-2.06>
- Maldonado Zamora, F. I., Ramírez Dávila, J. F., Rubí Arriaga, M., Antonio Némiga, X., & Lara Díaz, A. V. (2017). Distribución espacial de trips en aguacate en Coatepec Harinas, Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(4), 845.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v7i4.259>
- Minador de la hoja – Información – Panorama AGROPECUARIO*. (s/f). Recuperado el 4 de enero de 2021, de <https://panorama-agro.com/?p=1534>
- Moral García, F. J. (2004). Aplicación de la geoestadística en las ciencias ambientales. *Ecosistemas*, 13(0), 78–86.
- Quiñones Valdez, R., Sánchez Pale, J. R., Castañeda Vildozola, Á., Franco Mora, O., Johansen Naime, R., & Mejorada Gómez, E. (2020). Comportamiento espacial y temporal de Thrips simplex Morison (Thysanoptera: Thripidae) en la región norte del Estado de México. *ACTA ZOOLOGICA MEXICANA (N.S.)*, 36(1), 1–15. <https://doi.org/10.21829/AZM.2020.3611161>
- Sayad, E., Boshkar, E., & Gholami, S. (2017). Different role of host and habitat features in determining spatial distribution of mistletoe infection. *Forest Ecology and Management*, 384,

323–330. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2016.11.012>

Sciarretta, A., Trematerra, P., & Baumgärtner, J. (2001). Geostatistical Analysis of *Cydia funebrana* (Lepidoptera: Tortricidae) Pheromone Trap Catches at Two Spatial Scales. *AMERICAN ENTOMOLOGIST*, 47(0), 174–185.

Tapia Rodríguez, A., Ramírez Dávila, J. F., Salgado Siclán, M. L., Castañeda Vildózola, Á., Maldonado Zamora, F. I., & Lara Díaz, A. V. (2020). Spatial distribution of anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) in avocado in the State of Mexico, Mexico | Distribución espacial de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) en aguacate en el Estado de México, México. *Revista Argentina de Microbiología*, 52(1), 72–81. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2019.07.004>

Weisz, R., Fleischer, S., & Smilowitz, Z. (1996). Site-Specific Integrated Pest Management for High-Value Crops: Impact on Potato Pest Management. *J. Econ. Entomol*, 89(2), 501–509. <https://academic.oup.com/jee/article/89/2/501/2216461>

7.3 Otros resultados

En la presente investigación se realizaron muestreos catorcenales con la finalidad de conocer la distribución espacial de minador de la hoja durante un año. Para lo que a continuación se presentan los resultados obtenidos durante toda la investigación, los cuales corresponden a la incidencia presentada ante dicha plaga, donde también incluyen los resultados del análisis estadístico (semivariogramas, tablas de validación y de superficie infestada).

7.3.1 Identificación de la presencia de minador de la hoja en campo

Para el muestreo realizado en la zonas productoras de café seleccionadas, se logró identificar la presencia de minador de la hoja en los arbustos de los tres municipios muestreados, lo que indica que la presencia de esta plaga ya presenta una amplia distribución; el daño generado en los arbustos de café variaron desde incidencias muy bajas sobre las parte baja del arbusto,

donde se podía apreciar muy pocas minas hasta generadas por el insecto, hasta llegar a encontrar huevos del insecto todavía dentro de la hoja.

7.3.2 Incidencia

En la determinación de los porcentajes de infestación, se contabilizó el número de hojas minadas, tomando en cuenta 36 hojas de cada arbusto, teniendo un total de 7200 hojas muestreadas por muestreo en cada parcela.

7.3.3 Análisis geoestadístico (semivariogramas)

Para esta investigación se elaboraron un total de 432 semivariogramas a través del software Variowin, el cual resulta ser muy exacto para el ajuste a modelos teóricos. Los semivariogramas fueron logrados a través de los datos obtenidos de la infestación en las hojas cuantificados en los muestreos catorcenales que se realizaron durante un año en los tres municipios seleccionados para el estudio.

Se obtuvieron modelos exponenciales y esféricos, sin embargo, donde el modelo que más se destacó para explicar la plaga fue el tipo esférico en los tres municipios. Estos modelos se validaron a través del método de validación cruzada donde los estadísticos se encuentran organizados en tablas para cada parcela y municipio muestreado, los cuales se encuentran más adelante.

Con ayuda del Surfer 9 se elaboraron mapas de densidad de las poblaciones de minador de la hoja, donde se observan algunos manchones de color rojo los cuales son llamados centros de agregación que son los lugares que se cree es el origen de la infestación (Ver Anexos).

He de mencionar que estos semivariogramas y mapas se mencionan en el artículo anterior, donde se puede apreciar que minador de la hoja es una plaga que se presenta en el cultivo de

café formando centros de agregación, donde se asume el comportamiento espacial agregado en todos los lugares muestreados.

7.3.4 Ahorro económico y ambiental

Se obtuvieron los costos por aplicación de insecticida que los productores realizaban durante las dos épocas del año, teniendo un costo de 3200 pesos aproximadamente por semestre de una manera convencional para todas las parcelas en los tres municipios, para lo que se realizó el desglose del gasto económico y de producto aplicando solo a las zonas infectadas apoyándome en las tablas de superficie infestada de cada parcela por municipio. Para lo que se puede observar el gasto generado de una aplicación tradicional a toda la parcela teniendo un costo de 3200 pesos, posterior a ese se observa el gasto solo a las áreas infestadas donde esta varea según el porcentaje de infestación. Esto se calculo para todas las parcelas en los tres municipios y las tres arrojan datos diferentes que resultan de la variabilidad que hubo en las condiciones climáticas presentadas en las zonas de estudio. (Ver cuadro 8,9,10)

VIII. DISCUSION GENERAL

El conocer el comportamiento espacial de plagas que se presentan en el cultivo de café resulta de gran importancia ya que a través de esa información se pueden generar programas de manejo integrado que ayuden a los productores a obtener mejores rendimientos a través de costos bajos ya sean estos económicos y del medio ambiente. El análisis espacial de minador de la hoja que se realizó en el presente trabajo aporta conocimiento de importancia para la geoestadística ya que genero información muy útil para conocer el comportamiento de dicha plaga dentro del cultivo.

En México desde febrero de 2014 *L. coffeella* se encuentra bajo monitoreo dentro del Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria en los estados de Chiapas, Veracruz y Puebla. A partir de 2016 se incluyen los estados de Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Nayarit, Querétaro, Guerrero, San Luis Potosí y Oaxaca dentro del programa de vigilancia epidemiológica de la roya del cafeto, a través de la implementación de parcelas fijas y móviles para la detección oportuna de síntomas o daños (SAGARPA-SENASICA-PVEF, 2016).

La geoestadística como una herramienta de modelización de multitud de fenómenos biológicos (Rossi *et al.* 1992), uno de los campos que más se está beneficiando es el de la protección de cultivos donde el conocimiento de la distribución espacial es de vital importancia para el manejo de plagas, enfermedades y malas hierbas (Liebhold *et al.*, 1993).

La determinación de una estructura agregada en la modelización de la distribución espacial se logró con el uso de la geoestadística. En comparación con la estimación de la

distribución espacial que realiza la estadística clásica, los métodos geoestadísticos proporcionan una medida más directa de la dependencia espacial, debido a que tienen en cuenta la naturaleza bidimensional de la distribución de los organismos a través de su exacta localización espacial y es independiente de la relación entre la media y la varianza (Ramírez *et al.*, 2013a; Rivera-Martínez *et al.* 2017).

La aplicación de la Geoestadística en este trabajo permitió modelizar la estructura espacial de minador de la hoja en zonas productoras de café en el Estado de México, modelos esféricos, gaussianos y exponenciales con efecto pepita igual a 0 en todos los casos, corroborando un método de muestreo correcto y un error mínimo.

Al igual que Maldonado *et al.*, (2017) quien obtuvieron en su mayoría modelos esféricos en la distribución espacial de trips, en el presente trabajo en su mayoría los semivariogramas se ajustaron a modelos esféricos. Los resultados obtenidos mostraron la existencia de una estructura espacial agregada, siendo el nivel de dependencia espacial alto para todos los casos, este resultado fue porque el efecto pepita fue igual a cero por lo que la escala de estudio fue la adecuada y el error de muestreo no fue demasiado importante o resulto ser el adecuado por lo por lo que se puede considerar que los modelos ajustados tienen un 98% de confiabilidad (Oliver y Webster, 1991; McBratney y Pringle, 1999). Conocer el comportamiento espacial de minador de la hoja dentro de la zona productora de café en el Estado de México implica que se pueden sugerir o implementar varios métodos de control de las poblaciones de dicho insecto plaga, además del control químico en áreas específicas y con aplicaciones dirigidas podemos recomendar a los productores controles mecánicos, culturales e incluso biológicos. El manejo integrado de

minador de la hoja traerá consigo el ahorro económico por la disminución de aplicación de agroquímicos, así como contribuir al cuidado del medio ambiente.

Esquivel y Jasso (2014), en su trabajo de la distribución de la plaga de gusano soldado *Mythimna unipuncta* en el cultivo de maíz, encontraron valores del efecto pepita cercanos a cero, lo cual indica que en su totalidad la variación de la distribución de las plagas se explicó por la estructura espacial en los semivariogramas. Aunado a lo anterior las funciones geoestadísticas permiten validar los modelos experimentales que se obtuvieron en el presente trabajo “Esférico y Gaussiano” en los diferentes muestreos (Rossi *et al.* 1992; Ramírez *et al.* 2013b; Rivera-Martínez *et al.* 2017).

Los modelo a los que se ajustaron los semivariogramas de tipo gaussiano nos indican que los centros de agregación se presentan en forma continua dentro del área de estudio, con esto podemos deducir que existen diversos factores que influyen en la distribución de minador de la hoja de una forma más rápida; por el contrario a los modelos esféricos son indicativo que dentro del área de estudio existen zonas en las que se manifiesta más minador de la hoja respecto a los demás arbustos muestreados, esto se refiere a que existen focos de infestación puntuales de donde propaga la plaga, en los muestreos donde se obtuvo un modelo exponencial explica que la distribución de minador de la hoja se presenta de forma agregada pero con límites irregulares o aleatorios dentro de la zona de estudio.

La utilización de técnicas geoestadísticas permite la elaboración de mapas de densidad, los mapas que se obtuvieron con la técnica del krigado pueden ayudar en el manejo preciso de las poblaciones de plagas (Rong *et al.*, 2006). Con la ayuda de estos mapas se puede reducir el uso de insecticidas (Fleischer *et al.*, 1999b). Con ayuda de dichos mapas

podemos identificar de manera visualizar las áreas libres y con presencia del insecto, con lo cual podemos deducir que *L. coffeella* no se presenta al 100% dentro de las parcelas muestreadas. Para lo que Ramírez y Figueroa (2013) lo demostraron en la distribución espacial de los estadios de huevo, ninfas y adultos de *Bactericera cockerelli* en papa, donde también se utilizaron herramientas geoestadísticas que permiten visualizar la distribución espacial a través de mapas por medio de krigado con los cuales observaron que el insecto no invade el 100 % de la superficie de la parcela, permitiendo identificar áreas infestadas y libres de infestación.

En el trabajo de barrenador en aguacate por Jarra et al. 2021 nos menciona que las densidades de este pueden ser variables por lo que el control también lo tiene que ser. Maldonado et al. 2017, lo trabajaron con trips en aguacate los cuales evaluaron el control a través de la distribución espacial; por lo que podemos decir que el conocer la distribución espacial de cualquier plaga o enfermedad resulta de gran importancia para el manejo adecuado ya que de esta manera se puede tener un ahorro económico y de productos para el control, así como si estos métodos de control se manejaran de manera regional podríamos llegaría tener una mejor en el cuidado del medio ambiente ya que no se generara la misma contaminación.(Maldonado et al., 2017) (Jarra et al., 2021)

IX. CONCLUSIONES

- ❖ Se logro determinar la relacion directa que presenta minador de la hoja con el estado fenológico del cultivo y la densidad poblacional esta plaga ya que de presentan infestaciones altas en los meses calurosos (abril y mayo) así como en los meses donde comienzan los periodos de lluvias siendo un poco menor la infestación.
- ❖ En el presente trabajo se logró determinar la distribución espacial de *Leucoptera coffeella* en tres municipios productores de café en el Estado de México.
- ❖ La estadística espacial (Geoestadística) demostraron ser herramientas eficaces para establecer el comportamiento espacial de las poblaciones y el daño de minador de la hoja en el cultivo de café.
- ❖ De la misma manera la Geoestadística permitió modelizar el comportamiento espacial de minador de la hoja, teniendo dos modelos (Esférico y Gaussiano), con efecto pepita igual a cero en todos los casos.
- ❖ A través de la Geoestadística se mostró la existencia de una estructura agregada con poblaciones distribuidas en varios centros de agregación la cual se puede visualizar en los mapas obtenidos con la técnica del krigado, también se presentó una dependencia espacial alta.
- ❖ Con los mapas obtenidos se pudo estimar la superficie infestada y la estabilidad espacio- temporal de minador de la hoja donde se determinó que *Leucoptera coffeella* no se presenta al 100% en las parcelas, por lo que no se tiene que aplicar métodos de control de una manera homogénea.

- ❖ Con los mapas elaborados es posible dirigir las medidas de control hacia zonas específicas de infestación, determinado cual sería el mejor método de control para generar un ahorro económico y una mejora en el medio ambiente.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado, M., & Rojas, G. (1994). *Cultivo y beneficiado del café - Alvarado Soto Alvarado S.* - Google Libros. Cultivo y beneficiado del café.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=15qrSG-5114C&oi=fnd&pg=PR7&dq=taxonomia+del+cafe&ots=Og_4v1P65H&sig=NCH7Rr vk_BhWO4nbAu0sbNJHx0Q#v=onepage&q=taxonomia del cafe&f=false
- Arcila-Pulgarín, J., Buhr, L., Bleiholder, H., Hack, H., Meier, U., & Wicke, H. (2002). Application of the extended BBCH scale for the description of the growth stages of coffee (*Coffea* spp.). *Annals of Applied Biology*, 141(1), 19–27.
<https://doi.org/10.1111/J.1744-7348.2002.TB00191.X>
- Cambardella, C. A., Moorman, T. B., Novak, J. M., Parkin, T. B., Karlen, D. L., Turco, R. F., & Konopka, A. E. (1994). Field-Scale Variability of Soil Properties in Central Iowa Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58(5), 1501–1511.
<https://doi.org/10.2136/sssaj1994.03615995005800050033x>
- Campos Almengo, O. G. (2020). *Manejo Integrado del Minador de la Hoja del Cafeto* (pp. 2–7).
<https://www.anacafe.org/uploads/file/23aa9467eb854dc2848f673a89b40311/Boletin-Tecnico-CEDICAFE-Febrero-2020-02.pdf>
- Chiles, J. P., & Delfiner, P. (1999). Modeling Spatial Uncertainty. *Geostatistics*.
- Constantino, L. M., Flórez, J. C., Benavides, P., & Bacca, T. (2011). *Minador de las hojas del cafeto Una plaga potencial por efectos del cambio climático*. CENICAFE.
https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Roya_cafeto/Fichas

tecnicas/Ficha Técnica de Minador de la hoja del cafeto.pdf

- David Acosta-Guadarrama, A., Francisco Ramírez-Dávila, J., Rivera-Martínez, R., Figueroa-Figueroa, D. K., Lara-Díaz, A. V., & Maldonado-Zamora, I. (2017). Distribución Espacial de *Trips* spp. (Thysanoptera) y Evaluación de su Control Mediante el Depredador *Amblyseius swirskii* en el Cultivo de Aguacate en México. *Bio One COMPLETE*, 42, 435–446. <https://doi.org/10.3958/059.042.0214>
- Englund, E. J., & Sparks, A. R. (1988). *GEO-EAS (Geostatistical environmental assessment software) user's guide*.
- Enriquez, E.; Bejarano, S.; Vila, V. (1975). Observaciones sobre avispa predatora de *Leucoptera coffeella* Guer-Men, en el Centro y Sur del Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 18(0), 82–83.
- Estrada León, D. (s/f). *Manejo de plagas y enfermedades del café*. Recuperado el 7 de septiembre de 2022, de <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/2303>
- Fernández-Casal, R. (2003). *Geostatística Espacio-Temporal. Modelos Flexibles de Variogramas Anisotropicos no Separables*.
- Hevesi, J. A., Istok, J. D., & Flint, A. L. (1992). Estimación de precipitación en terreno montañoso mediante geoestadística multivariante. Parte I: Análisis Estructural. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 31, 661–676.
- Higuera, V. E., & García, Y. J. (2014). Núm. 6 14 de agosto-27 de septiembre. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5, 923–935.
- Historia del café y su cultivo | Instituto Nacional de la Economía Social | Gobierno |*

gob.mx. (s/f). Recuperado el 1 de marzo de 2022, de

<https://www.gob.mx/inaes/es/articulos/historia-del-cafe-y-su-cultivo?idiom=es>

Isaaks, E. H., & Srivastava, M. R. (1989). *Applied geostatistics*. New York.: Oxford University Press, 0(0), 561.

Jarra, A. Á., Francisco Ramírez-Dávila, J., Rivera Martínez, R., Karen, D., & Figueroa, F. (2021). *DISTRIBUCION ESPACIAL DE (Copturus aguacatae) Kissinger EN EL CULTIVO DE AGUACATE EN MEXICO*.

<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/111217>

Jiménez-Martínez, E., & Josué Jarquín, E. (2021). *Universidad Nacional Agraria Plagas de Cultivos. II*.

José Francisco RAMÍREZ DÁVILA, Víctor Manuel SOLARES, ALONSO, Dulce Karen FIGUEROA FIGUEROA, Jesús Ricardo, & SÁNCHEZ PALE1. (2013). *COMPORTAMIENTO ESPACIAL DE TRIPS (INSECTA: THYSANOPTERA), EN PLANTACIONES COMERCIALES DE AGUACATE (PERSEA AMERICANA MILL.) EN ZITÁCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO*.

<http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v29n3/v29n3a7.pdf>

Leon, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales - Jorge León - Google Libros*. Botanica de los cultivos.

https://books.google.cl/books?id=bOMNAQAIAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Maldonado, F. I., Ramirez, J. F., Lara, A. V., Acosta, D. A., Rivera, R., & Tapia Reyes, A. (2017). Mapeo de la distribución espacial de trips (Insecta:Thysanoptera) en parcelas

- comerciales de aguacate Var. Hass en Coatepec Harinas, Estado de México.
Ecosistemas, 26(2), 52–60. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-2.06>
- Maldonado Zamora, F. I., Ramírez Dávila, J. F., Rubí Arriaga, M., Antonio Némiga, X., & Lara Díaz, A. V. (2017). Distribución espacial de trips en aguacate en Coatepec Harinas, Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(4), 845.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v7i4.259>
- MONTES R., C., PATIÑO, O. A., & CADENA, R. A. (2012). INFESTACIÓN E INCIDENCIA DE BROCA, ROYA Y MANCHA DE HIERRO EN CULTIVO DE CAFÉ DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1), 98–108.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612012000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Moral García, F. J. (2004). Aplicación de la geoestadística en las ciencias ambientales. *Ecosistemas*, 13(0), 78–86.
- MyCoffeeBox.com. (2015). *Enfermedades del café, plagas que amenazan al buen café*.
Enfermedades del cafe, plagas que amenazan el buen cafe.
<https://mycoffeebox.com/enfermedades-del-cafe-plagas-que-amenazan-al-buen-cafe/>
- Nowierski, R. M., & Gutierrez, A. P. (1986). Microhabitat Distribution and Spatial Dispersion Patterns of the Walnut Aphid, *Chromaphis juglandicola* (Homoptera: Aphididae), in California. *Environmental Entomology*, 15(0), 555–561.
- PARRA, J. R. P. (1985). Biología comparada de *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera, Lyonetiidae) visando ao seu zoneamento ecológico no

- estado de São Paulo. *Revista Brasileira de entomologia*, 29(1), 45–73.
- Pérez-Soto, F., Figueroa-Hernández, E., & Godínez-Montoya, L. (2015). Importancia de la comercialización del café en México. En *Handbook*.
- Perez Alvarez, R., Arguelles Cardenas, J., & Aguilera Garramuño, E. (2010). Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. *Corpoica Ciencias de Tecnologías Agropecuarias*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945028002>
- Ramirez Davila, J. F., Gonzalez Andujar, J. L., Lopez Martinez, M. A., & Ocete, R. (2005). Modelización y mapeo de la distribución espacial de las ninfas del mosquito verde *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon) (Hemiptera, Cicadellidae) en viñedo. *Bol. San. Veg. Plagas*, 31(0), 119–132.
- Ramirez Davila, J. F., Gonzalez Andujar, J. L., Ocete, R., & Lopez Martinez, M. A. (2002). Descripción geoestadística de la distribución espacial de los huevos del mosquito verde *Jacobiasca lybica* (Bergenin & Zanon) (Homoptera: Cicadellidae) en viñedo: modelización y mapeo. *Bol. San. Veg. Plagas*, 28(0), 87–95.
- Rámirez Dávila, J. F., Sánchez Pale, J. R., & De León, C. (2011). Stability of the Temporal Spatial Distribution of Corn Head Smut (*Sporisorium reilianum*) in the State of Mexico. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 29, 1–14.
- Ruiz Rivera, N., & Galicia, L. (2016). La escala geográfica como concepto integrador en la comprensión de problemas socio-ambientales. *Investigaciones Geográficas*, 89(89), 137–153. <https://doi.org/10.14350/rig.47515>
- Sciarretta, A., Zinni, A., Mazzocchetti, A., & Trematerra, P. (2008). Spatial Analysis of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) Male Population in a Mediterranean

Agricultural Landscape in Central Italy. *Environmental Entomology*, 37(2), 382–390.

<https://doi.org/10.1093/EE/37.2.382>

SIAP. (2018). *México, onceavo productor mundial de café* | Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | Gobierno | gob.mx. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/mexico-onceavo-productor-mundial-de-cafe?idiom=es>

Tapia-Rodríguez, A., Ramírez-Dávila, J. F., Figueroa-Figueroa, D. K., Salgado-Siclan, M. L., Serrato-Cuevas, R., Tapia-Rodríguez, A., Ramírez-Dávila, J. F., Figueroa-Figueroa, D. K., Salgado-Siclan, M. L., & Serrato-Cuevas, R. (2020). Análisis espacial de antracnosis en el cultivo de aguacate en el Estado de México. *Revista mexicana de fitopatología*, 38(1), 132–145. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1911-1>

Taylor, L. R., & Woiwod, I. P. (1982). Comparative Synoptic Dynamics. I. Relationships Between Inter- and Intra-Specific Spatial and Temporal Variance/Mean Population Parameters. *Journal of Animal Ecology*, 51(0), 879–906.

Vanegas-Carrillo, R., Ramírez-Dávila, J. F., Rivera-Martínez, R., Vanegas-Carrillo, R., Ramírez-Dávila, J. F., & Rivera-Martínez, R. (2021). Distribución espacial de mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha* spp.) (Diptera: Tephritidae) en Michoacán, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 47(1).

Vanegas, F. (2016). *COMPOSICIÓN DEL FRUTO DEL CAFÉ* - | *Coffee Media* ✓.

Pagina Web. <https://www.yoamoelcafedecolombia.com/2016/06/05/composicion-del-fruto-del-cafe/>

ANEXOS

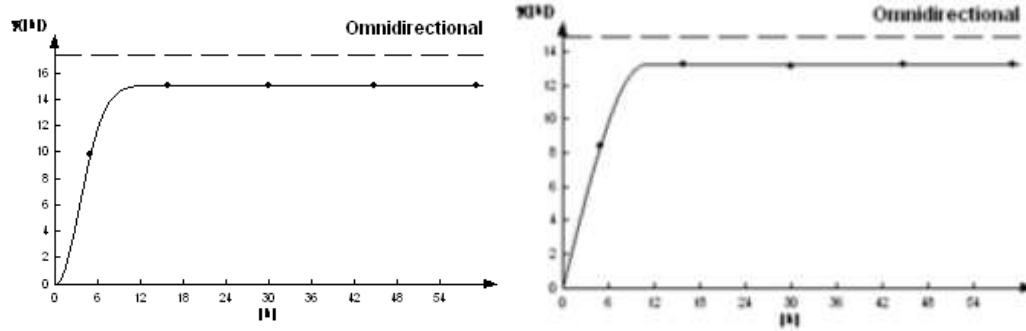
1. Análisis Geoestadístico

Cuadro2. Parámetros (efecto pepita, rango, media, varianza, pepita/meseta y nivel de dependencia espacial) de los modelos ajustados a los semivariogramas, semivariogramas y mapas de Minador de la Hoja en Café en Temascaltepec 2019- 2020.

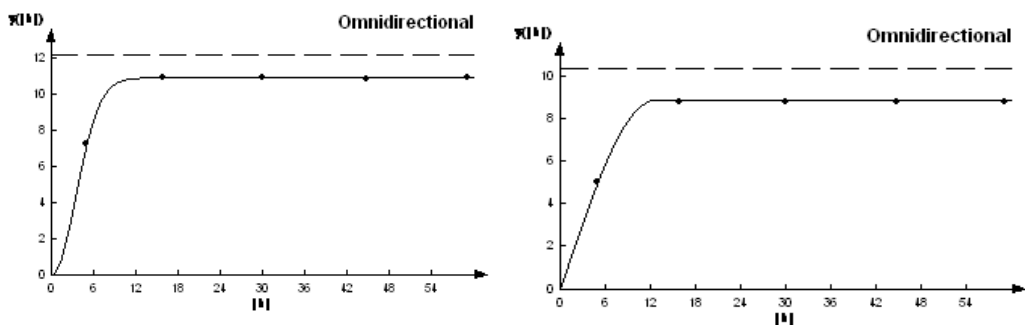
LA MINA - PARCELA 1								
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/ MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	3.91	6.434	ESFERICO	0	15.92	9.6	0	ALTA
sep-02	3.264	6.434	ESFERICO	0	13.85	5.6	0	ALTA
oct-01	3.162	6.216	ESFERICO	0	13.38	9	0	ALTA
oct-02	3.175	6.353	ESFERICO	0	13.23	10.2	0	ALTA
nov-01	2.979	5.614	ESFERICO	0	12.15	11.4	0	ALTA
nov-02	2.544	3.983	ESFERICO	0	10.2	6.4	0	ALTA
dic-01	2.328	3.473	ESFERICO	0	9.22	8.4	0	ALTA
dic-02	2.23	3.33	ESFERICO	0	8.16	10.2	0	ALTA
ene-01	1.891	2.802	ESFERICO	0	9.17	9	0	ALTA
ene-02	1.919	2.636	ESFERICO	0	6.39	6.4	0	ALTA
feb-01	1.61	1.994	ESFERICO	0	5.29	6.4	0	ALTA
feb-02	1.498	1.728	ESFERICO	0	4.93	6	0	ALTA
mar-01	0.899	0.366	ESFERICO	0	0.92	6.8	0	ALTA
mar-02	1.993	1.746	ESFERICO	0	3.93	5.6	0	ALTA
abr-01	3.312	4.5	ESFERICO	0	12.48	3.6	0	ALTA
abr-02	5.715	9.177	ESFERICO	0	28.52	3.2	0	ALTA
may-01	7.353	13.878	ESFERICO	0	43.09	5.6	0	ALTA
may-02	6.864	12.255	ESFERICO	0	39.7	6	0	ALTA
jun-01	6.293	10.629	ESFERICO	0	35	6.4	0	ALTA
jun-02	5.935	9.716	ESFERICO	0	32.34	6.4	0	ALTA
jul-01	5.45	8.623	ESFERICO	0	27.39	5.6	0	ALTA
jul-02	4.842	7.364	ESFERICO	0	21.95	8.4	0	ALTA
ago-01	4.301	6.142	ESFERICO	0	18.44	4	0	ALTA
ago-02	3.779	5.015	ESFERICO	0	13.84	4.6	0	ALTA

Semivariogramas y mapas de Minador de la Hoja en Café en Temascaltepec de Septiembre 2019 a Agosto 2020.

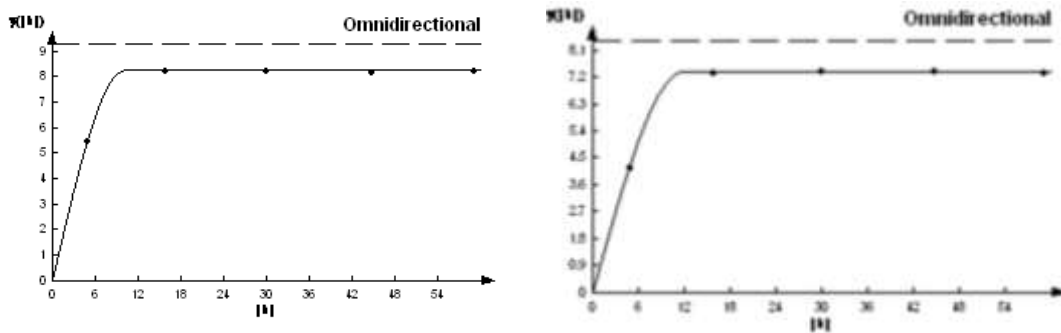
Septiembre 2019



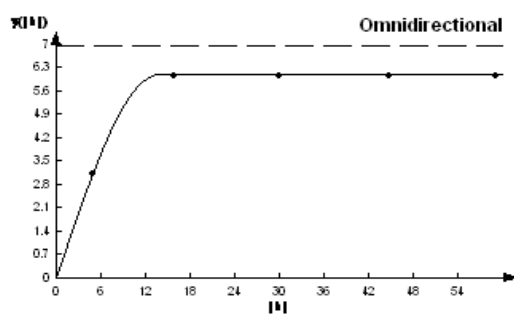
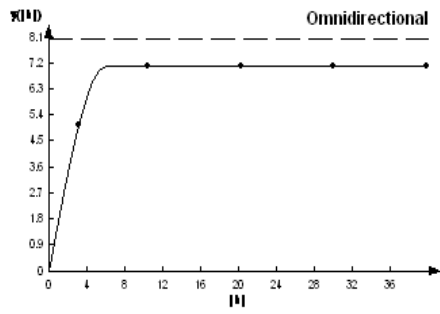
Octubre 2019



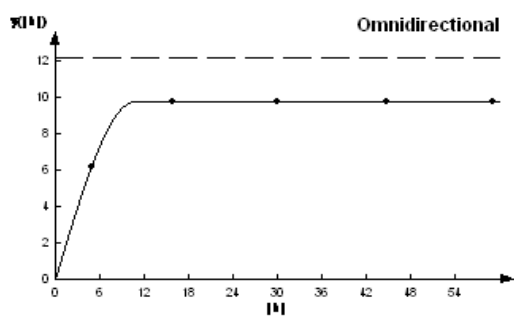
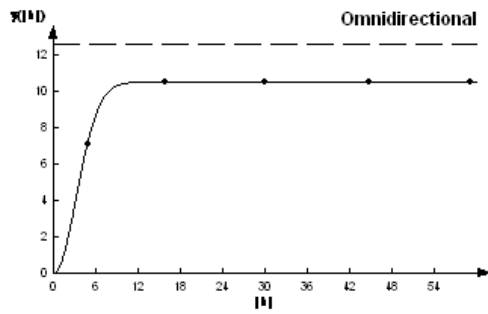
Noviembre 2019



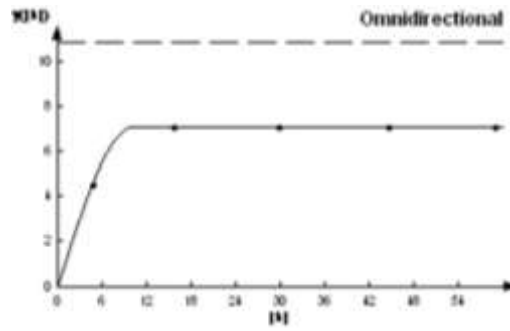
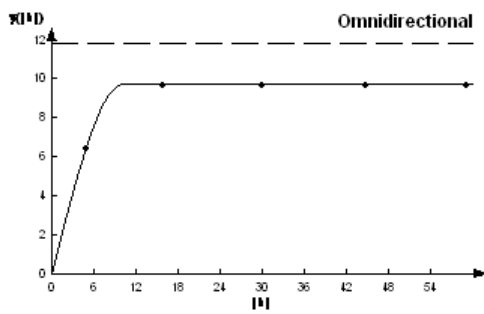
Diciembre 2019



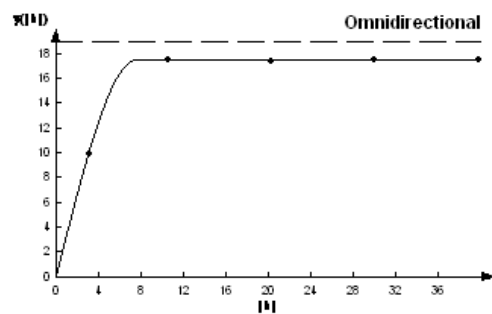
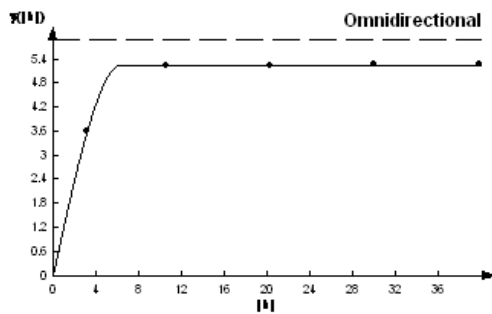
Enero 2020



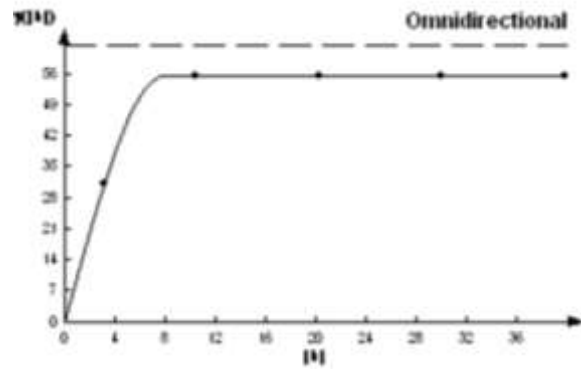
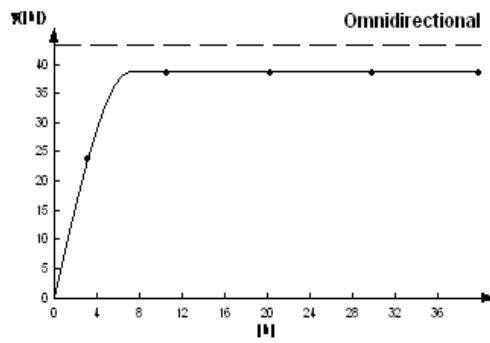
Febrero 2020



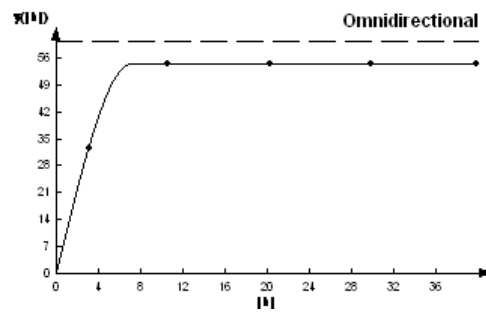
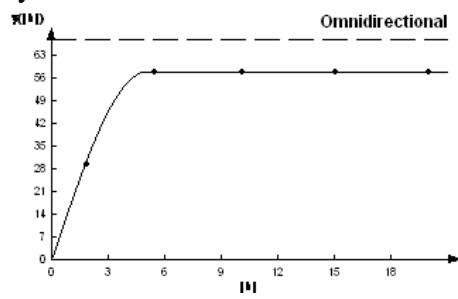
Marzo 2020



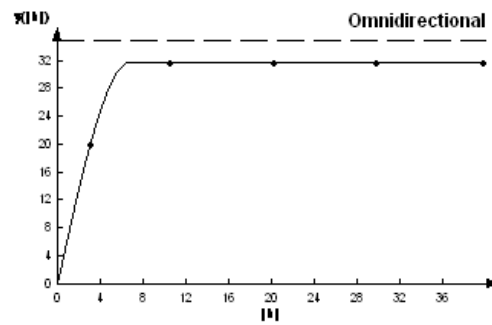
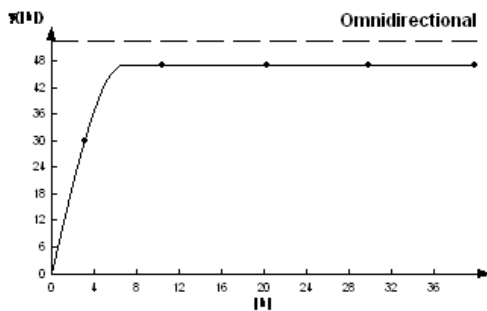
Abril 202



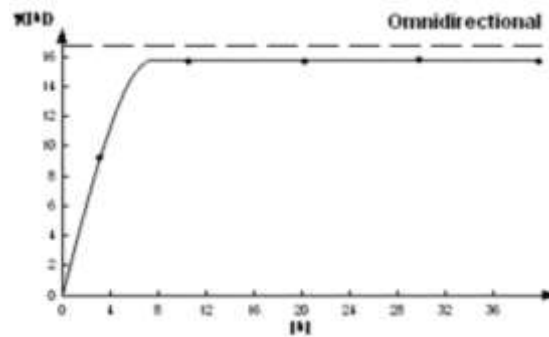
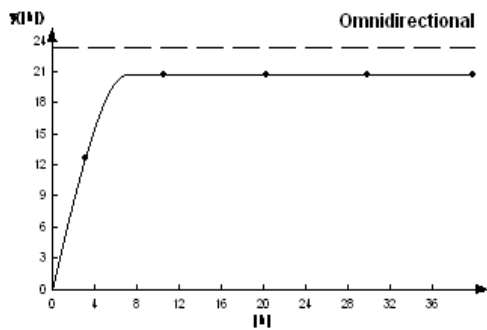
Mayo 2020



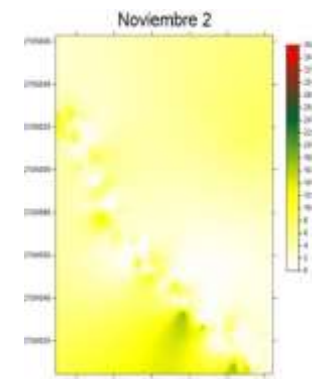
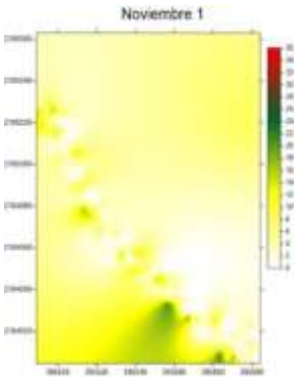
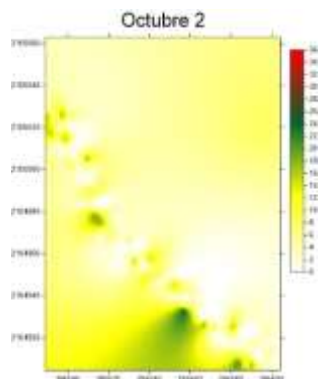
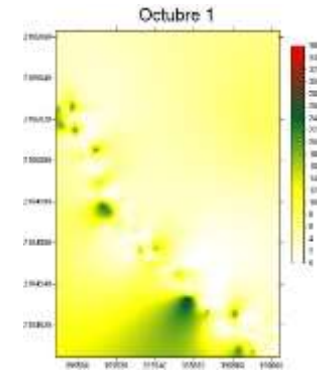
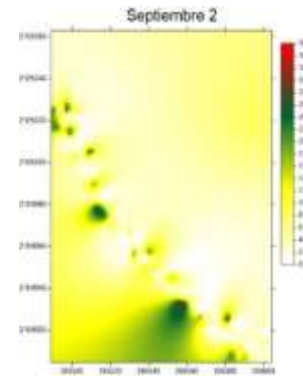
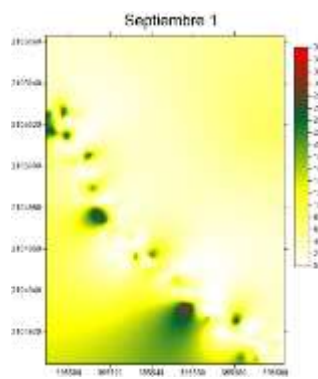
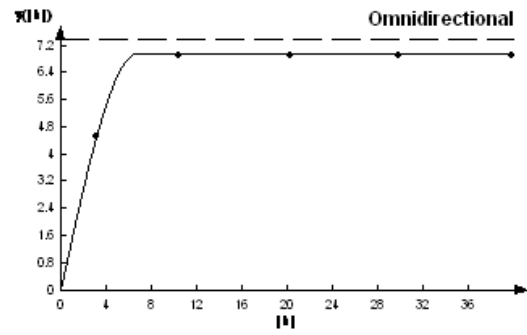
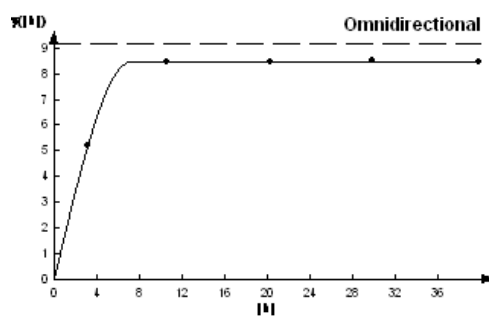
Junio 2020

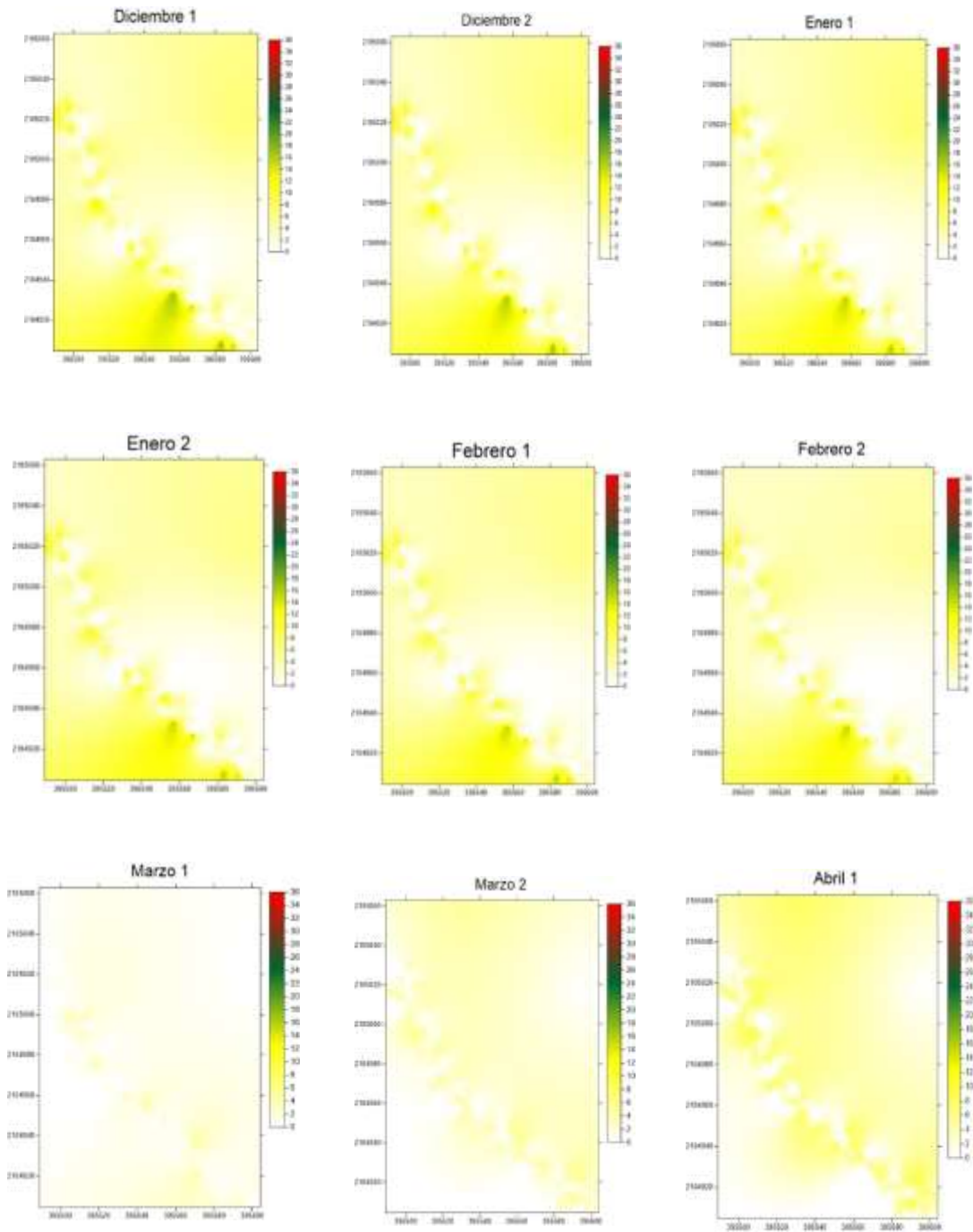


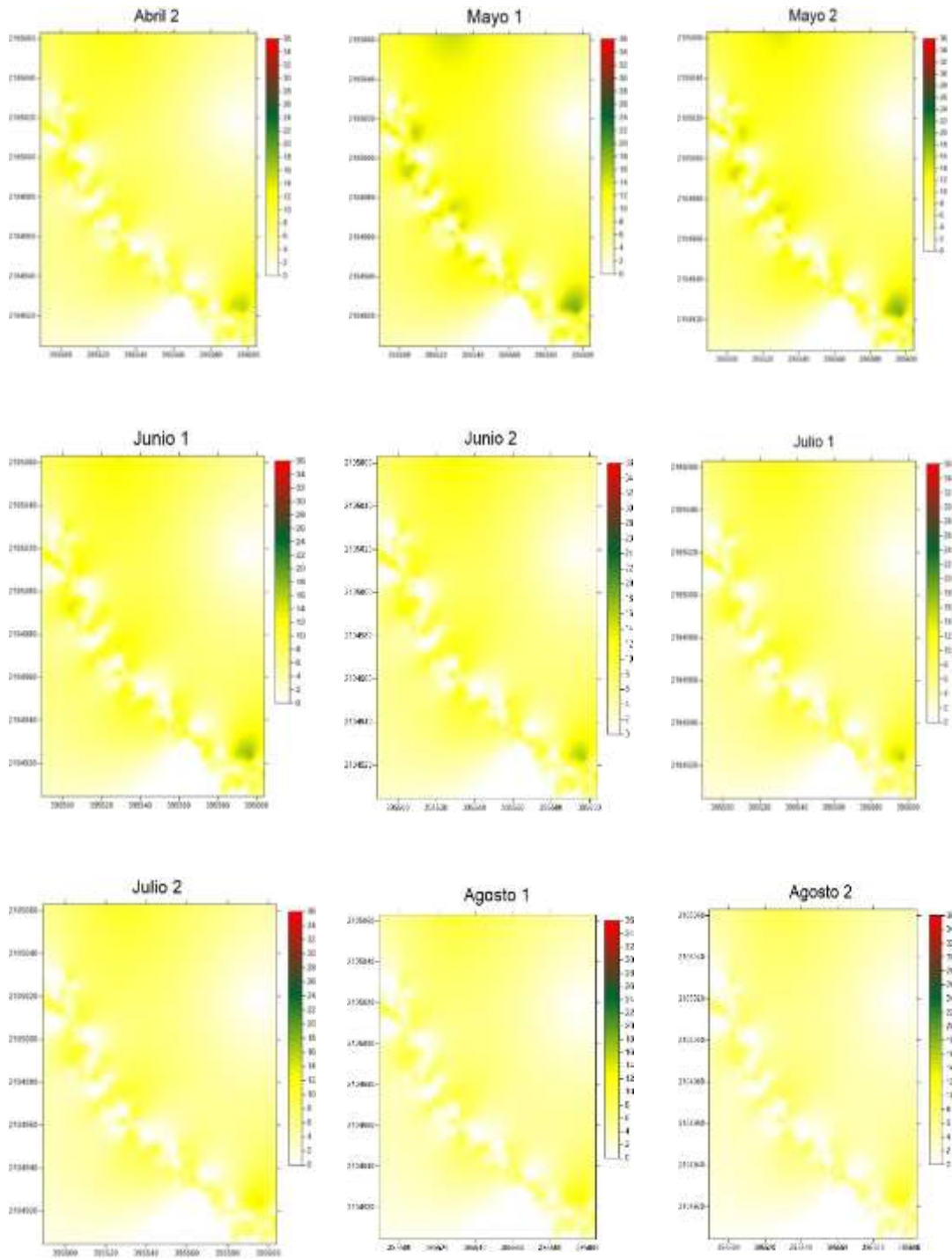
Julio 2020



Agosto 2020

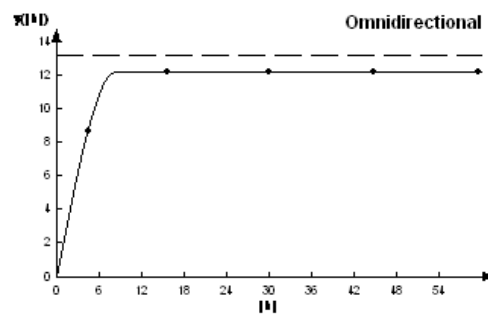
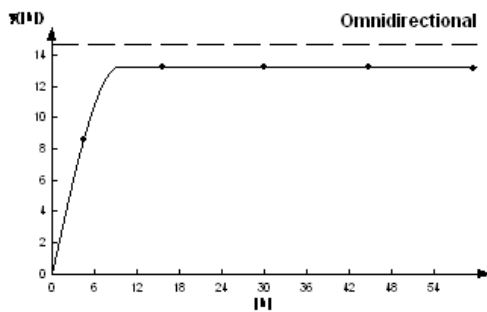




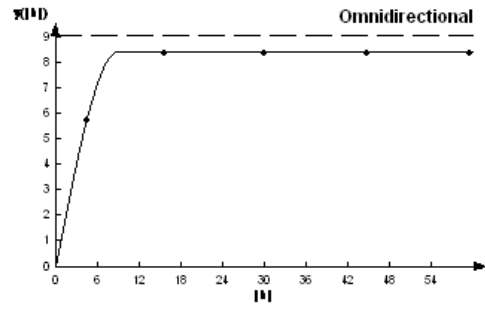
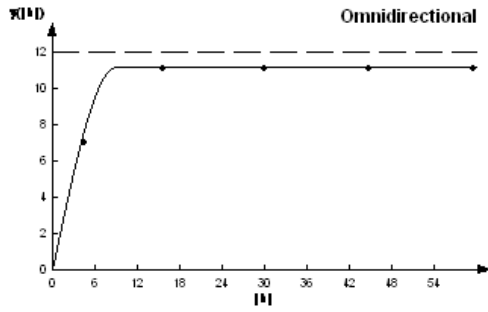


LA CRUZ -PARCELA 2								
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	3.875	6.359	ESFERICO	0	13.35	9.6	0	ALTA
sep-02	3.574	5.652	ESFERICO	0	12.25	8.4	0	ALTA
oct-01	3.31	5.282	ESFERICO	0	11.27	9	0	ALTA
oct-02	2.992	4.545	ESFERICO	0	8.49	9	0	ALTA
nov-01	2.787	4.461	ESFERICO	0	9.06	9	0	ALTA
nov-02	2.66	4.128	ESFERICO	0	8.45	8.4	0	ALTA
dic-01	2.487	3.892	ESFERICO	0	8.23	8.4	0	ALTA
dic-02	2.318	3.623	ESFERICO	0	7.3	9.6	0	ALTA
ene-01	2.166	3.528	ESFERICO	0	6.65	9	0	ALTA
ene-02	1.849	3.372	ESFERICO	0	5.87	8.4	0	ALTA
feb-01	1.71	3.08	ESFERICO	0	5.18	7.8	0	ALTA
feb-02	1.566	2.886	ESFERICO	0	5.02	8.4	0	ALTA
mar-01	1	0.761	ESFERICO	0	1.27	7.6	0	ALTA
mar-02	1.578	1.486	ESFERICO	0	3.26	4.2	0	ALTA
abr-01	3.796	6.872	ESFERICO	0	13.29	6.4	0	ALTA
abr-02	5.993	13.44	ESFERICO	0	28.47	6.4	0	ALTA
may-01	5.508	12.373	ESFERICO	0	6.63	9	0	ALTA
may-02	4.89	10.328	ESFERICO	0	21.34	4	0	ALTA
jun-01	4.316	8.845	ESFERICO	0	21.35	6.8	0	ALTA
jun-02	3.827	7.356	ESFERICO	0	15.82	5.2	0	ALTA
jul-01	3.384	6.13	ESFERICO	0	14.15	6.4	0	ALTA
jul-02	3.039	5.313	ESFERICO	0	11.26	4.4	0	ALTA
ago-01	2.6	4.308	ESFERICO	0	9	4.2	0	ALTA
ago-02	2.098	3.183	ESFERICO	0	6.72	6.8	0	ALTA

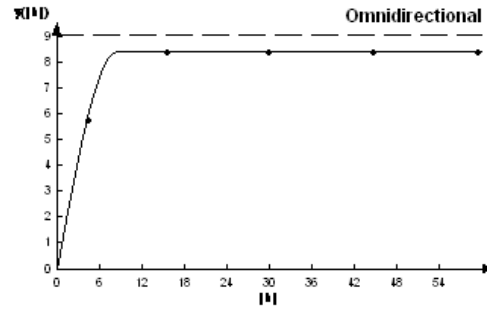
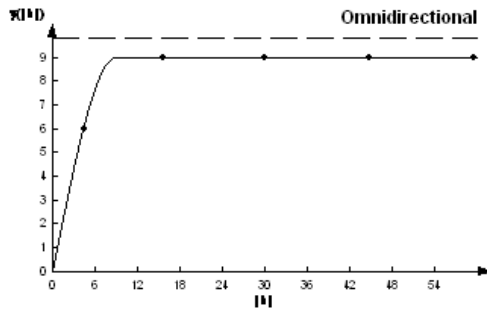
Septiembre 2019



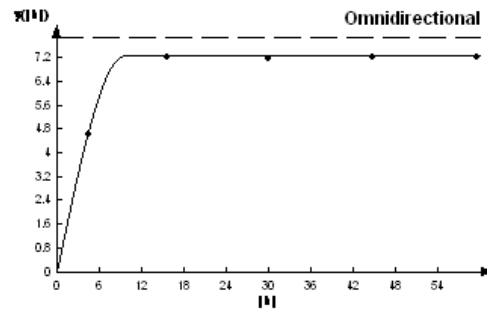
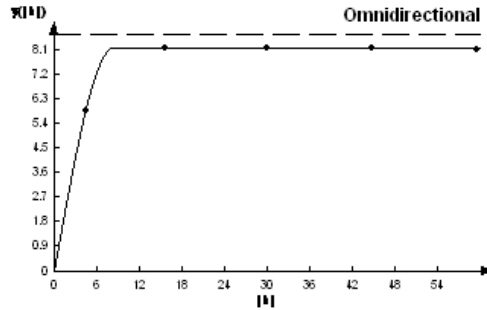
Octubre 2019



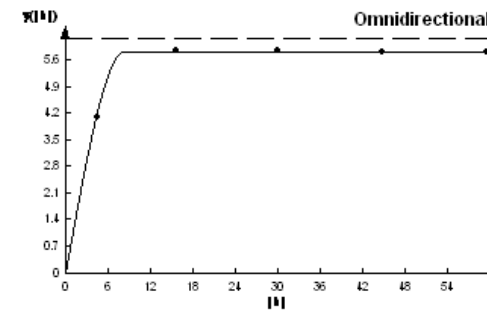
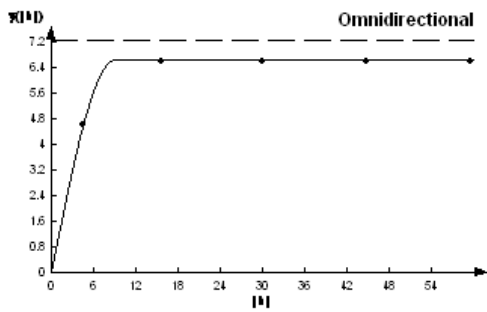
Noviembre 2019



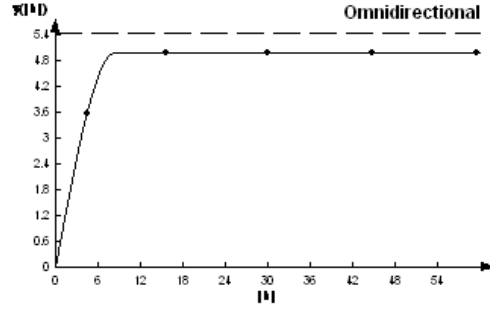
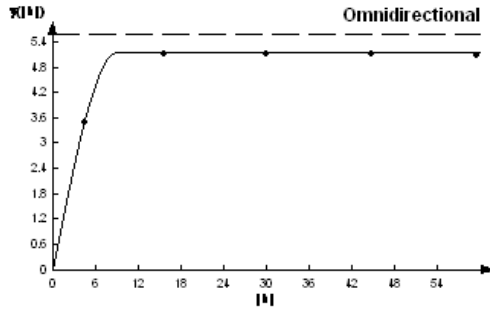
Diciembre 2019



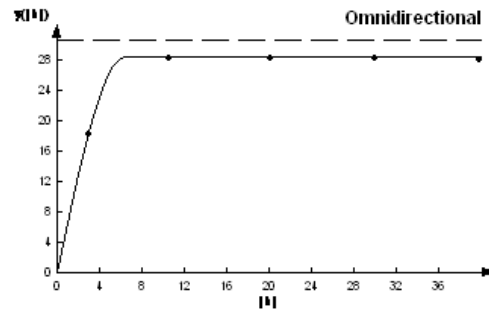
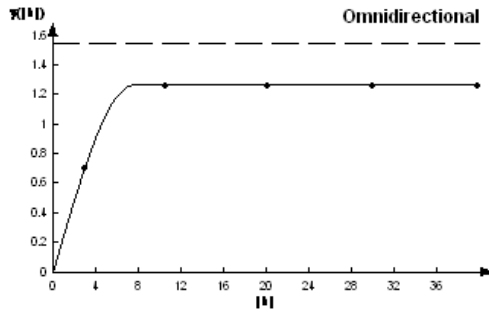
Enero 2020



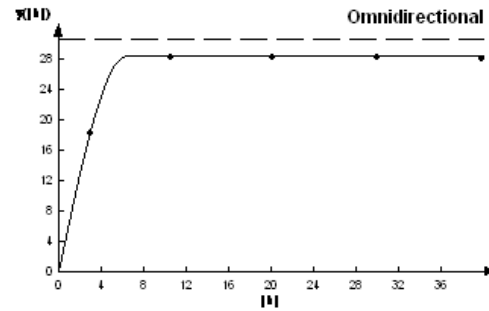
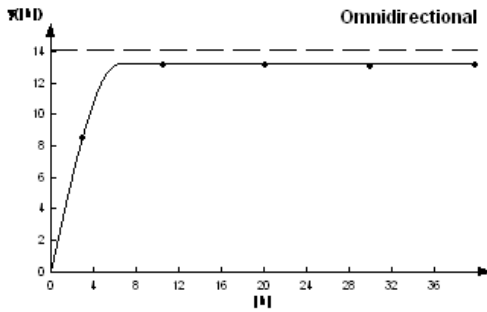
Febrero 2020



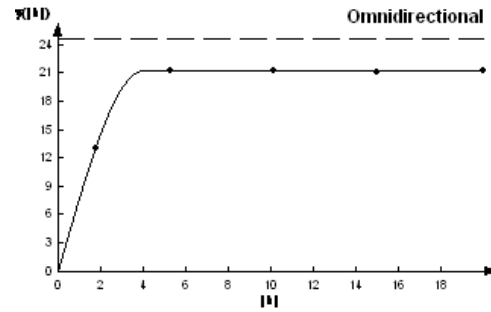
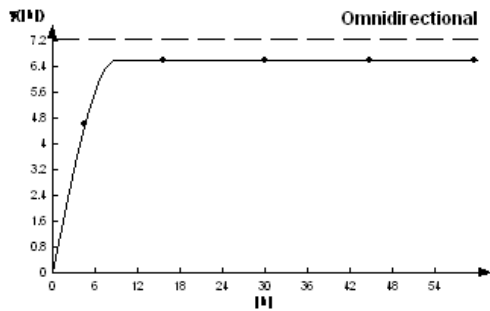
Marzo 2020



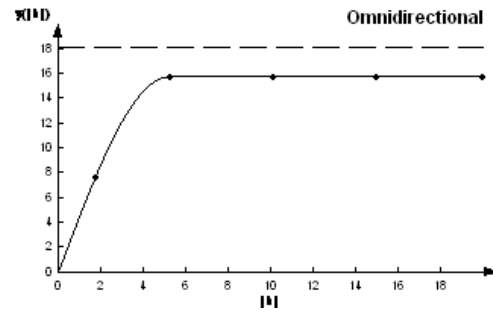
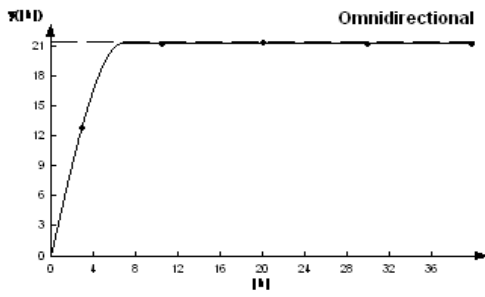
Abril 2020



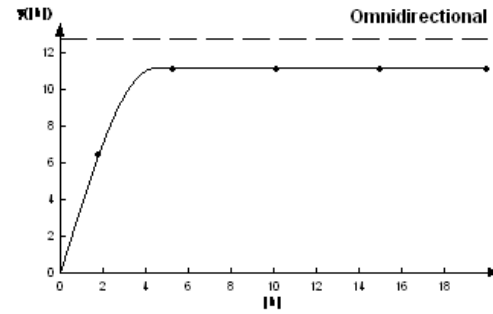
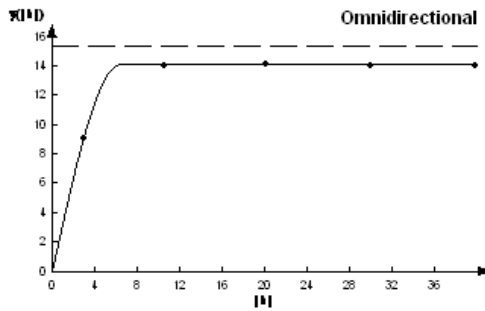
Mayo 2020



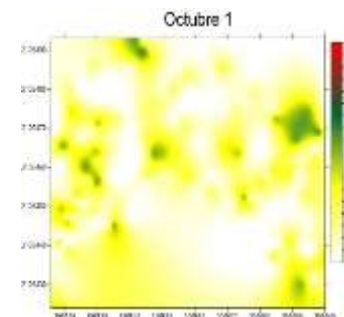
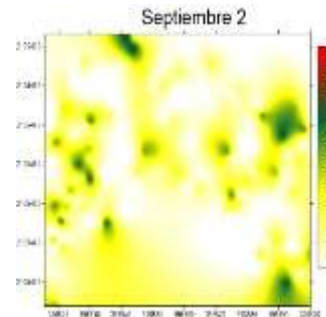
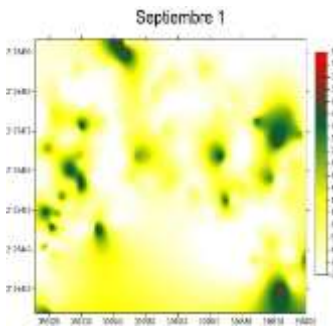
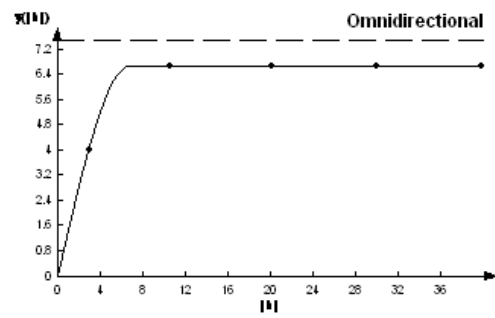
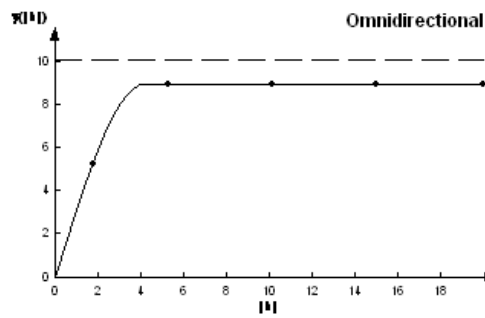
Junio 2020

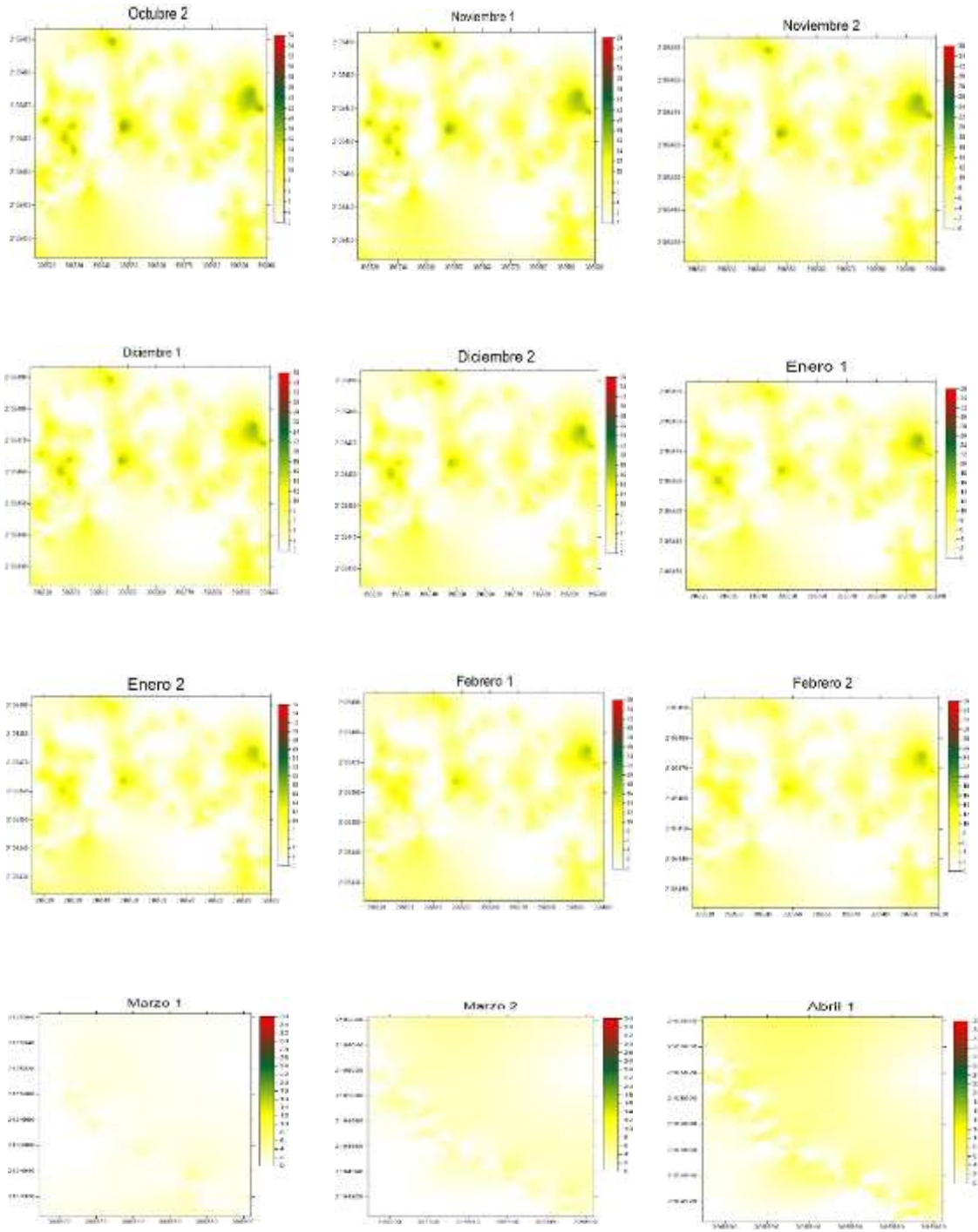


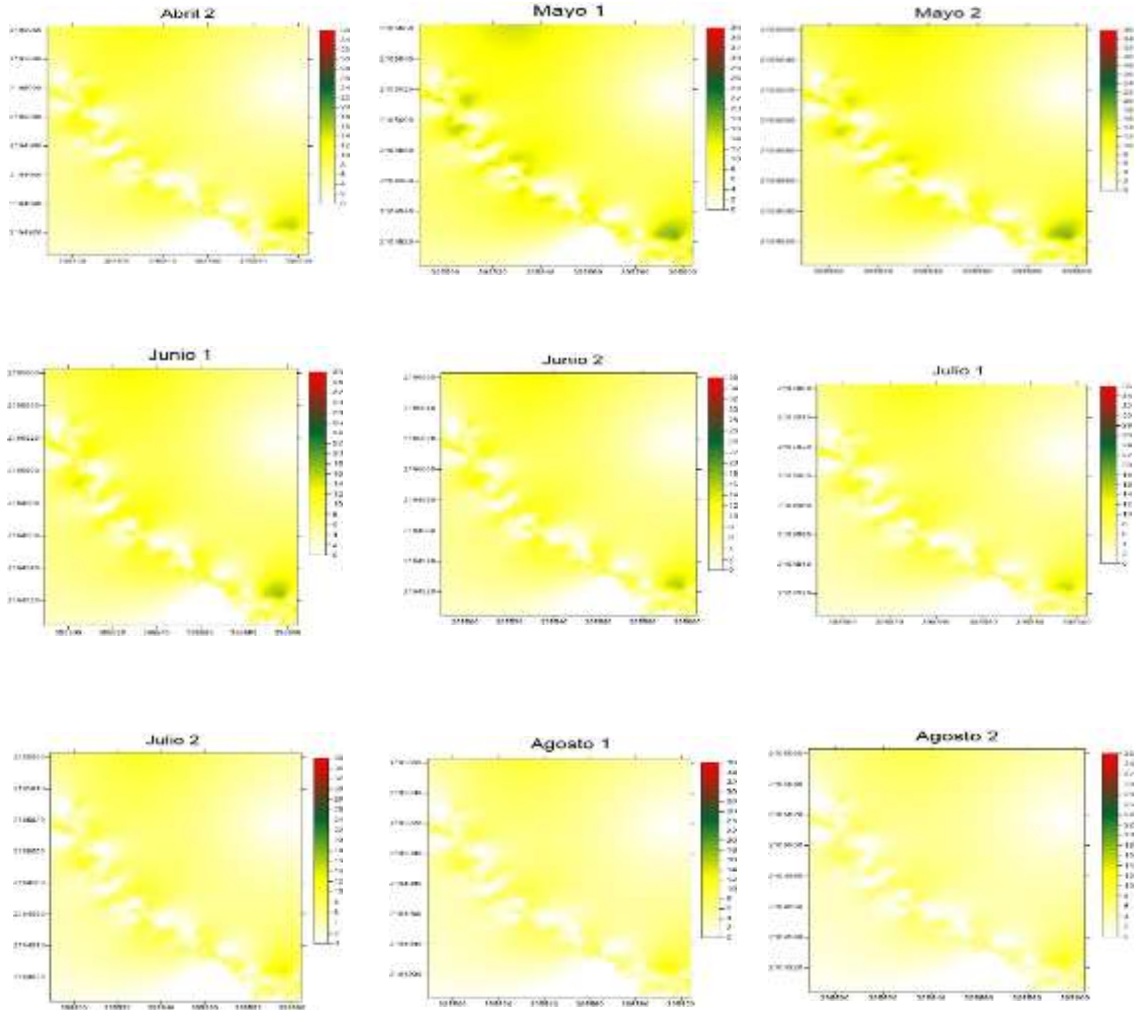
Julio 2020



Agosto 2020





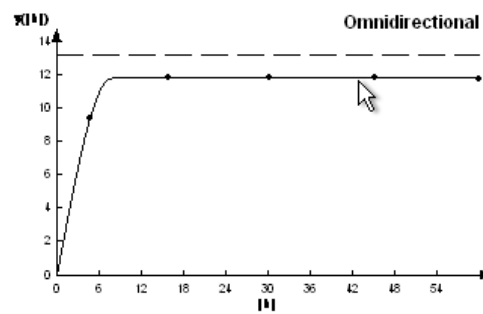
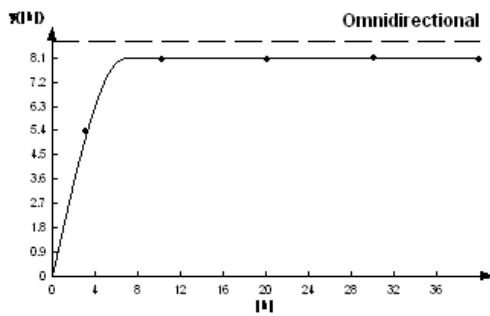


JUAN BARRUETA - PARCELA 3

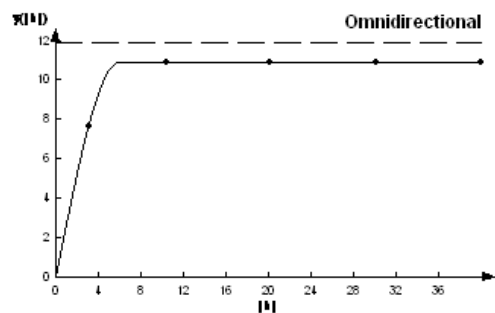
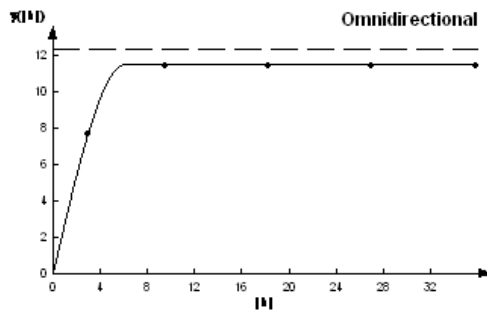
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/ MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	2.81	5.1	ESFERICO	0	8.12	6.8	0	ALTA
sep-02	2.729	4.887	ESFERICO	0	11.83	7.8	0	ALTA
oct-01	2.632	4.698	ESFERICO	0	11.6	6.12	0	ALTA
oct-02	2.582	4.527	ESFERICO	0	10.98	6	0	ALTA
nov-01	2.421	4.222	ESFERICO	0	10.14	7.2	0	ALTA
nov-02	2.255	3.808	ESFERICO	0	9.25	6.4	0	ALTA
dic-01	2.056	3.386	ESFERICO	0	8.41	9.6	0	ALTA
dic-02	1.81	3.093	ESFERICO	0	7.37	6	0	ALTA

ene-01	1.658	2.816	ESFERICO	0	8.43	6.4	0	ALTA
ene-02	1.477	2.614	ESFERICO	0	5.7	9	0	ALTA
feb-01	1.337	2.388	ESFERICO	0	8.29	9.6	0	ALTA
feb-02	1.114	2.159	ESFERICO	0	4.16	9.6	0	ALTA
mar-01	0.722	0.692	GAUSSIANO	0	0.91	5.6	0	ALTA
mar-02	1.703	1.974	GAUSSIANO	0	3.57	2.21	0	ALTA
abr-01	3.039	4.675	GAUSSIANO	0	10.25	3.4	0	ALTA
abr-02	4.476	11.596	GAUSSIANO	0	27.72	5.6	0	ALTA
may-01	4.187	11.109	GAUSSIANO	0	27.1	4.62	0	ALTA
may-02	3.758	10.078	GAUSSIANO	0	22.07	3.96	0	ALTA
jun-01	3.248	8.719	GAUSSIANO	0	18.64	5.6	0	ALTA
jun-02	2.796	7.451	GAUSSIANO	0	16.44	6.4	0	ALTA
jul-01	2.37	6.445	GAUSSIANO	0	13.23	5.28	0	ALTA
jul-02	1.985	5.463	GAUSSIANO	0	11.39	5.6	0	ALTA
ago-01	1.658	3.983	GAUSSIANO	0	9.05	5.6	0	ALTA
ago-02	1.284	2.813	GAUSSIANO	0	6.14	4.62	0	ALTA

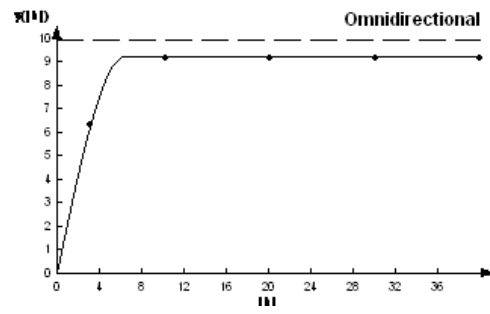
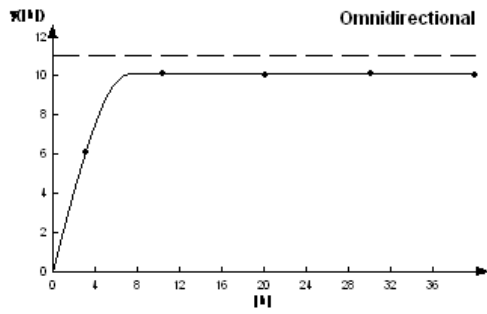
Septiembre 2019



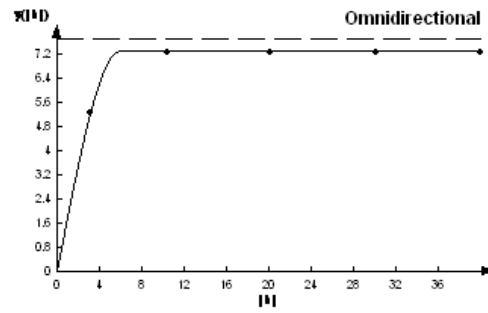
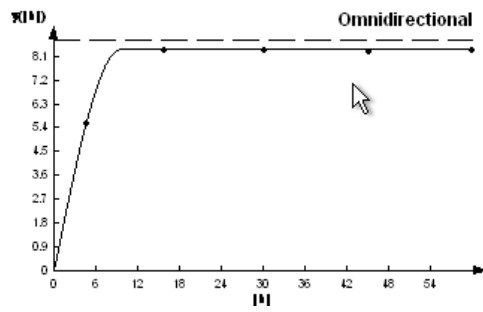
Octubre 2019



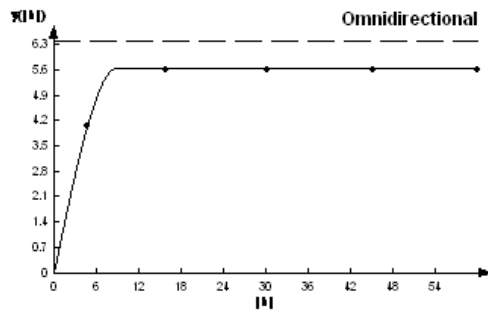
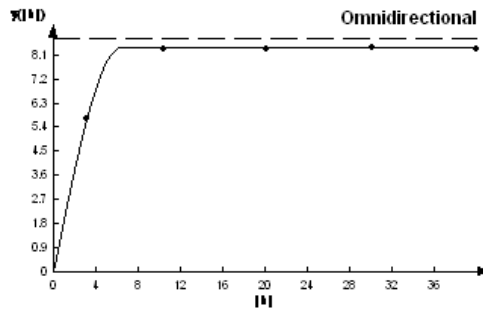
Noviembre 2019



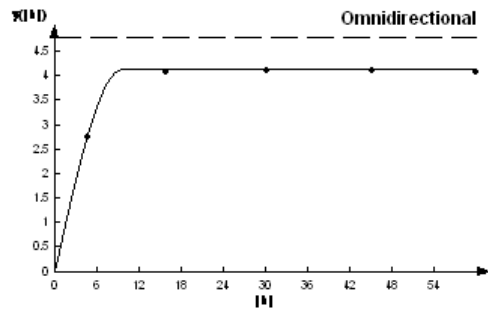
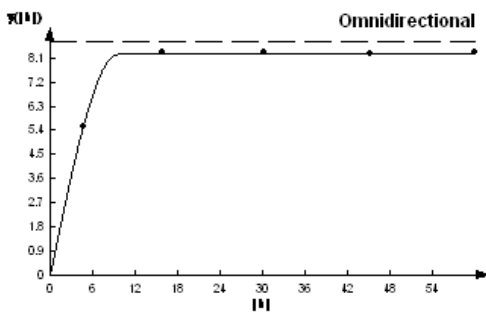
Diciembre 2019



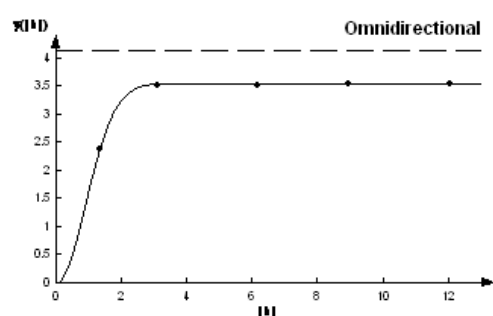
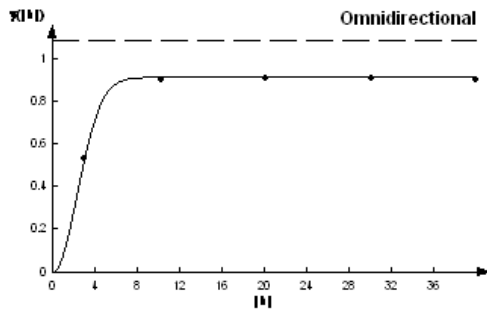
Enero 2020



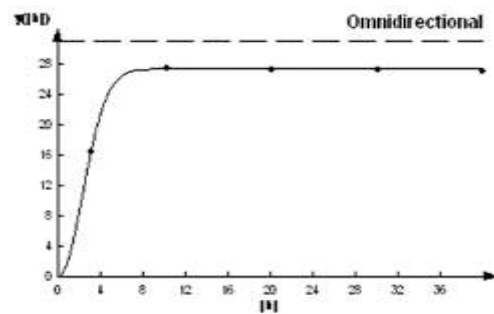
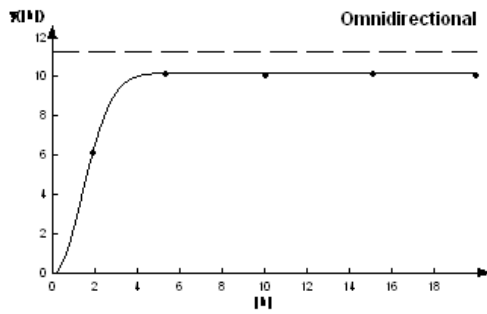
Febrero 2020



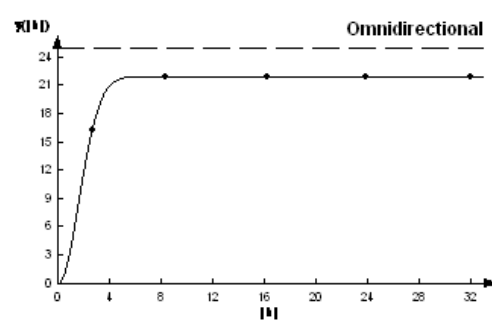
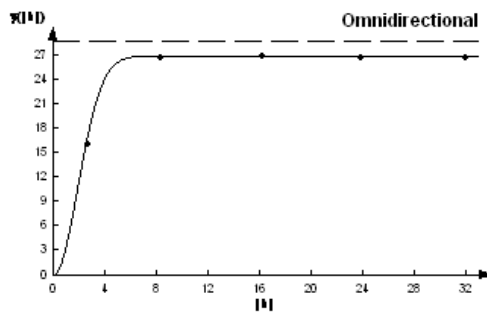
Marzo 2020



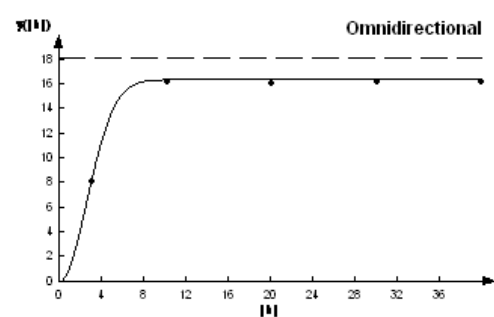
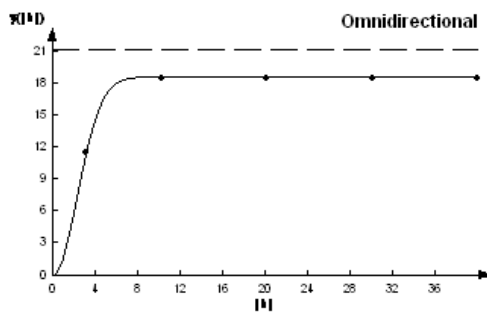
Abril 2020



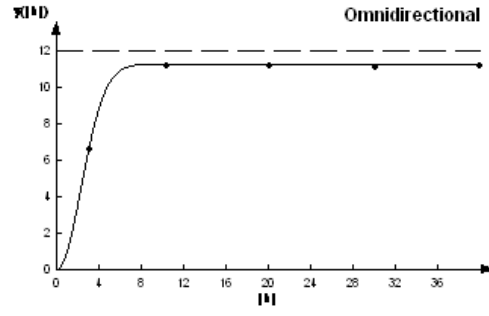
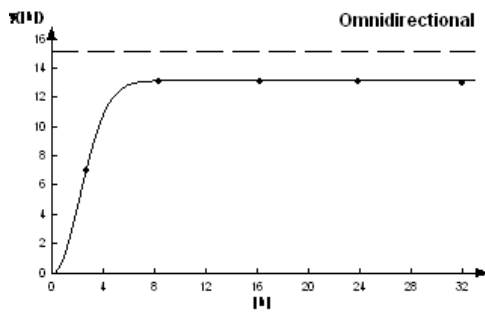
Mayo 2020



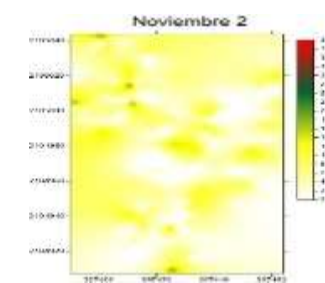
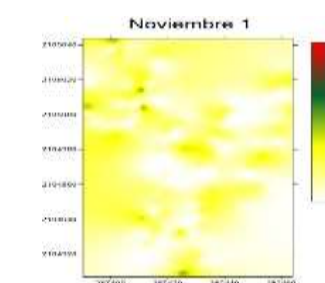
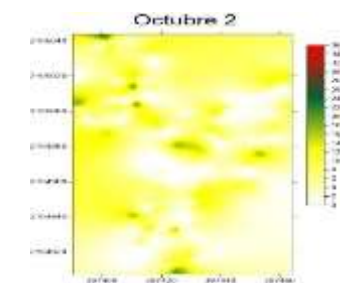
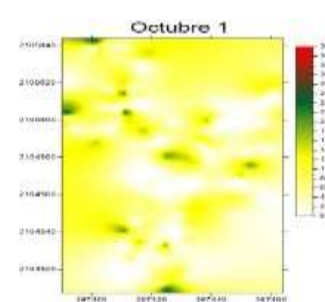
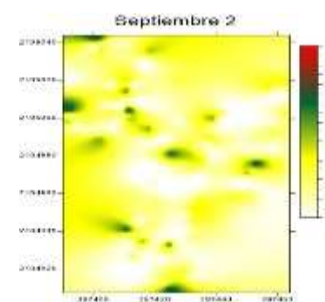
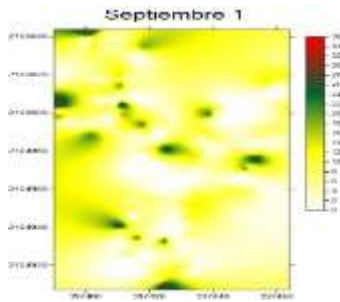
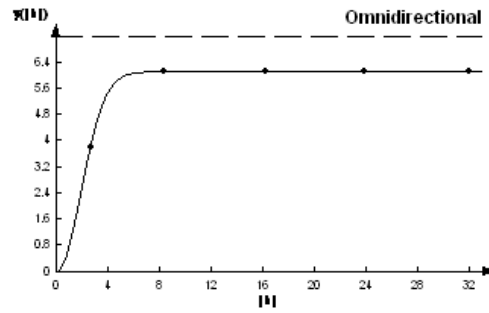
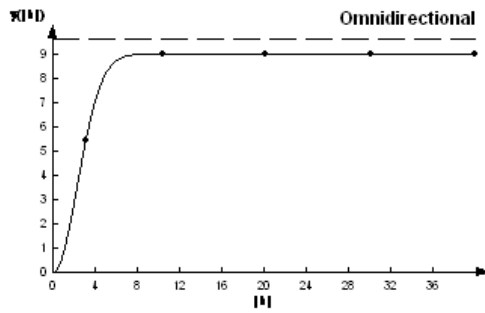
Junio 2020

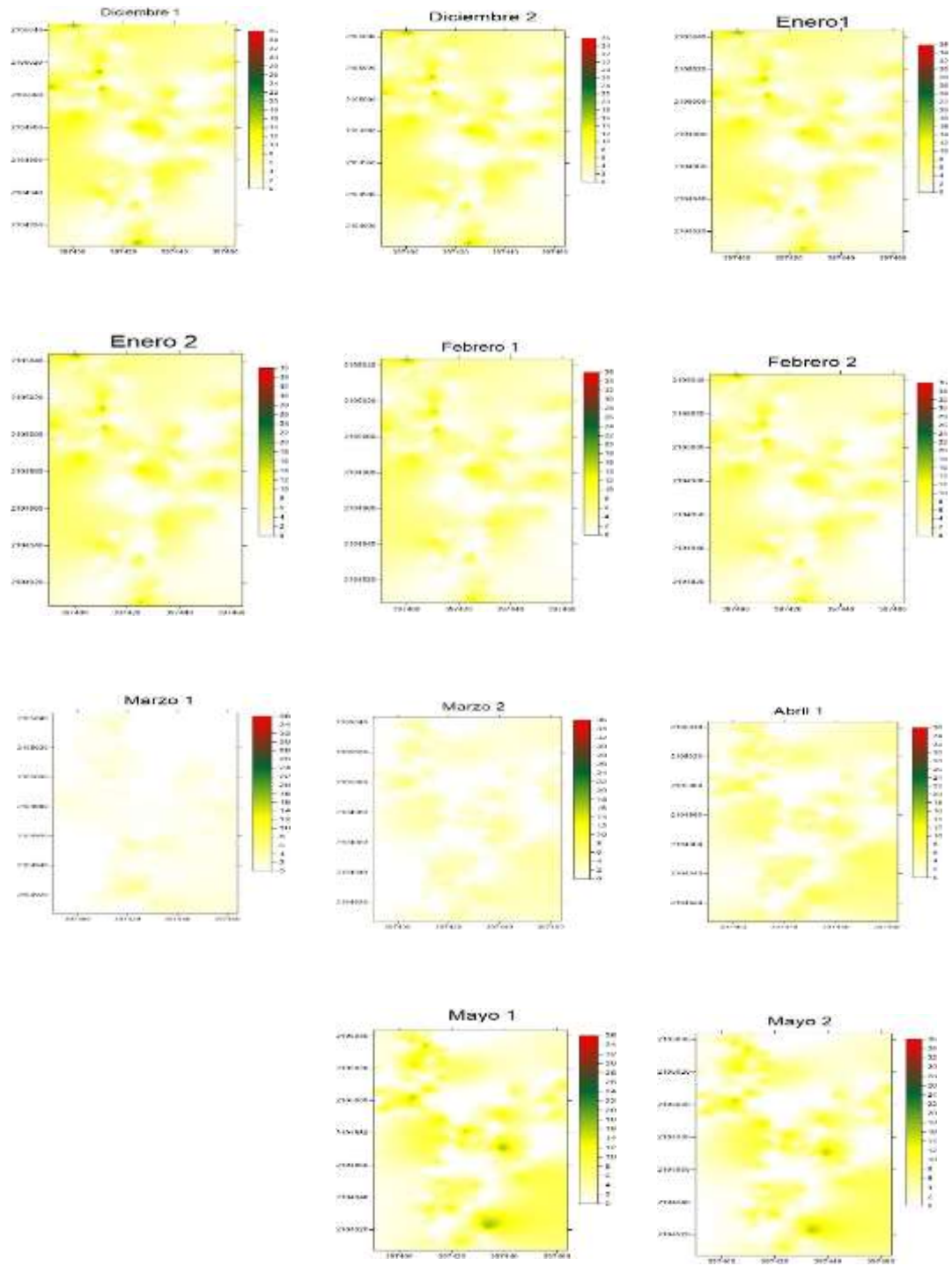


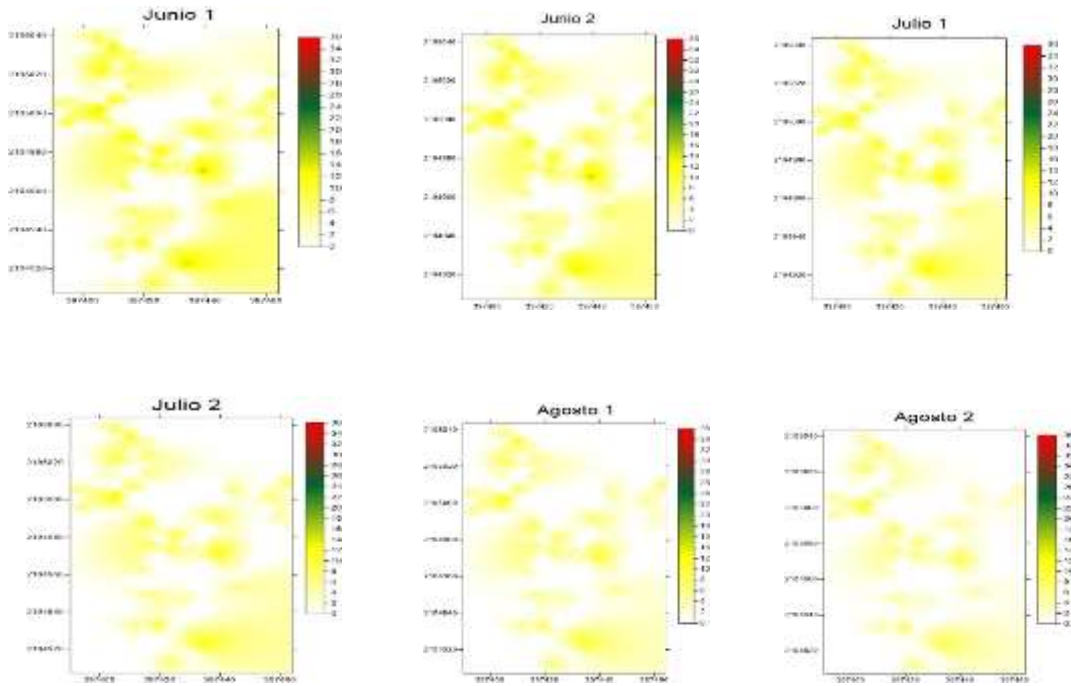
Julio 2020



Agosto 2020





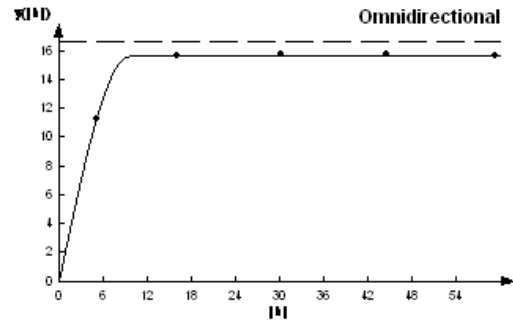
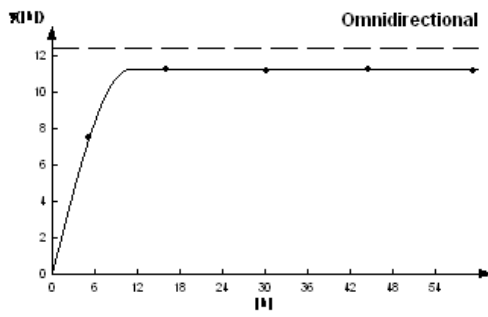


FEDERICO BARRUETA - PARCELA 4

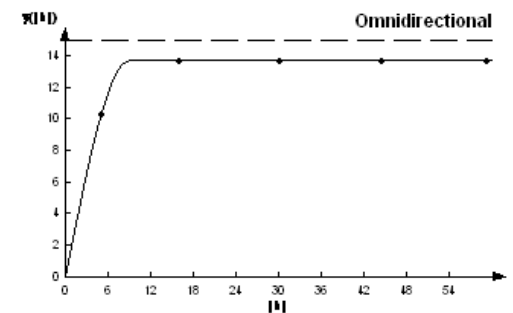
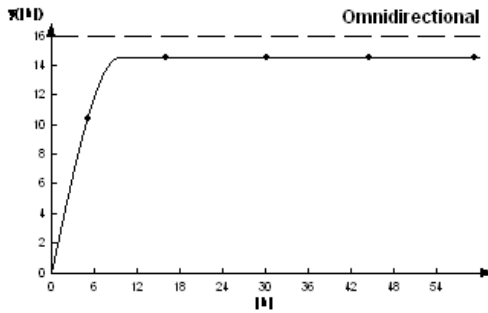
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/ MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	3.589	7.092	ESFERICO	0	11.33	10.8	0	ALTA
sep-02	3.458	6.452	ESFERICO	0	15.69	9.6	0	ALTA
oct-01	3.393	6.292	ESFERICO	0	14.63	9.5	0	ALTA
oct-02	3.241	5.702	ESFERICO	0	13.75	9	0	ALTA
nov-01	3.096	5.345	ESFERICO	0	13	9.6	0	ALTA
nov-02	2.947	5.065	ESFERICO	0	12.28	9.6	0	ALTA
dic - 1	2.796	4.717	ESFERICO	0	11.77	10.2	0	ALTA
dic-02	2.681	4.435	ESFERICO	0	14.48	10.2	0	ALTA
ene-01	2.513	4.103	ESFERICO	0	9.92	10.8	0	ALTA
ene-02	2.247	3.407	ESFERICO	0	8.42	10.2	0	ALTA
feb-01	1.96	2.735	ESFERICO	0	6.96	9.6	0	ALTA
feb-02	1.658	2.338	ESFERICO	0	5.88	9	0	ALTA
mar-01	1.362	0.952	GAUSSIANO	0	1.81	6	0	ALTA
mar-02	2.159	2.866	GAUSSIANO	0	6.26	3.78	0	ALTA
abr-01	3.643	8.976	GAUSSIANO	0	21.22	6	0	ALTA

abr-02	5.931	25.615	GAUSSIANO	0	60.09	5.6	0	ALTA
may-01	7.103	36.616	GAUSSIANO	0	80.71	5.2	0	ALTA
may-02	6.703	32.773	GAUSSIANO	0	72.49	4	0	ALTA
jun-01	6.259	28.662	GAUSSIANO	0	67.52	4.8	0	ALTA
jun-02	5.711	24.219	GAUSSIANO	0	53.87	5.32	0	ALTA
jul-01	5.133	19.517	GAUSSIANO	0	42.98	5.6	0	ALTA
jul-02	4.836	17.47	GAUSSIANO	0	39.67	7.2	0	ALTA
ago-01	4.297	14.114	GAUSSIANO	0	30.83	5.6	0	ALTA
ago-02	3.71	11.061	GAUSSIANO	0	25.15	6.8	0	ALTA

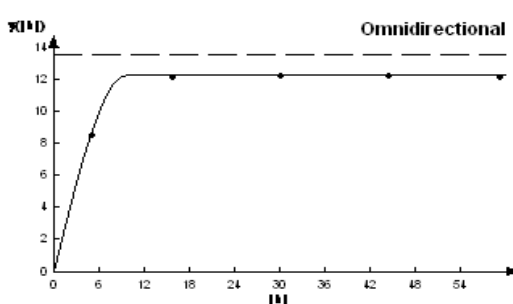
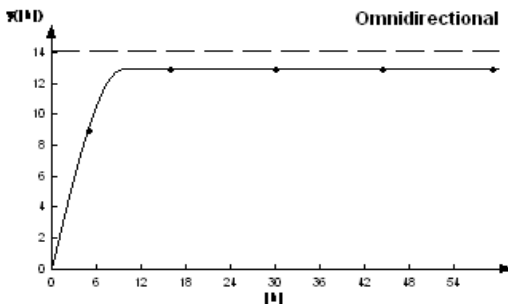
Septiembre 2019



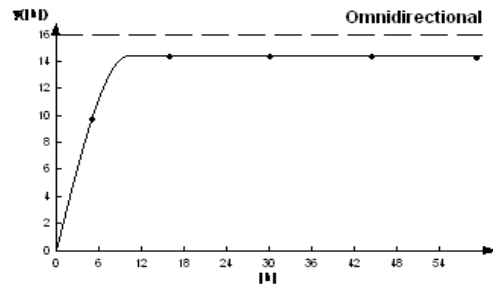
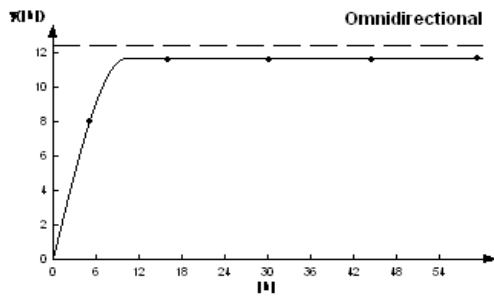
Octubre 2019



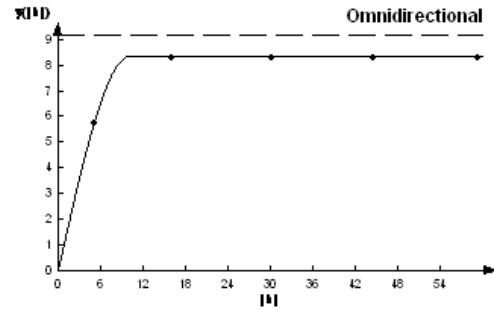
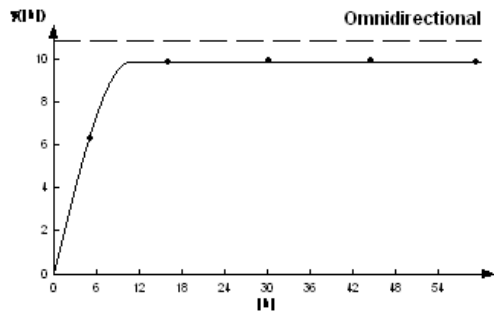
Noviembre 2019



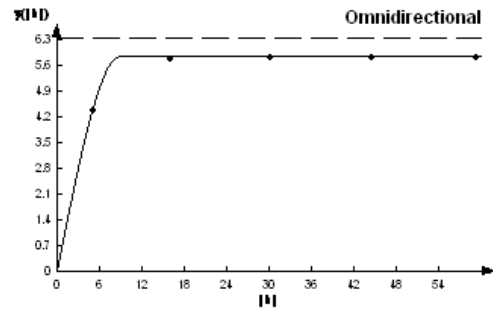
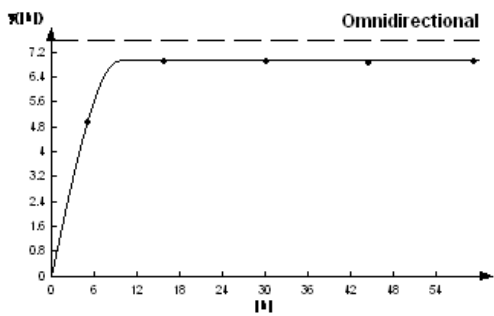
Diciembre 2019



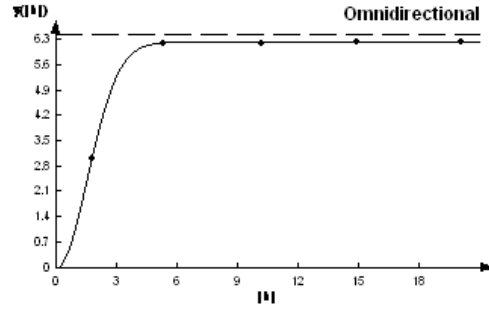
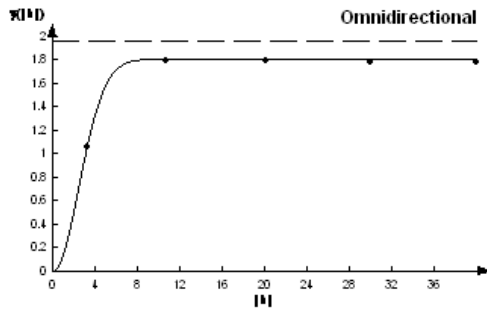
Enero 2020



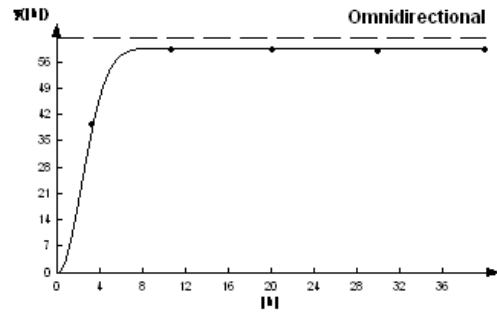
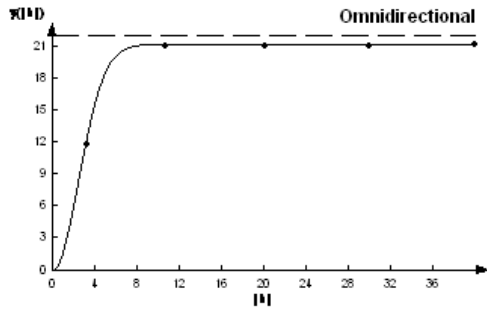
Febrero 2020



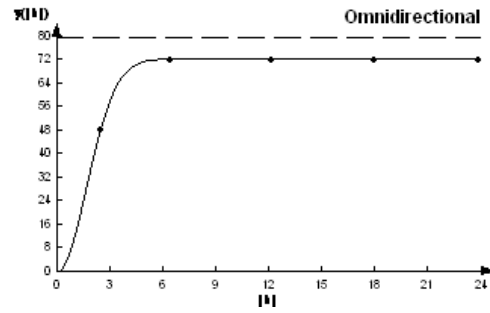
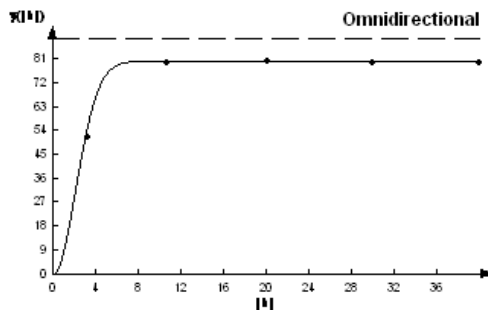
Marzo 2020



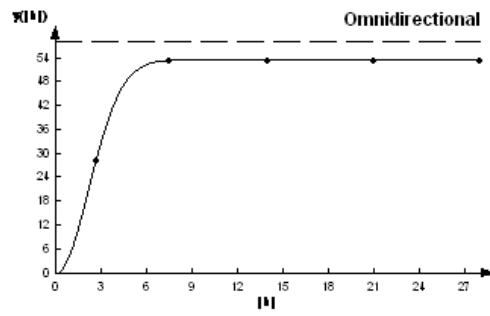
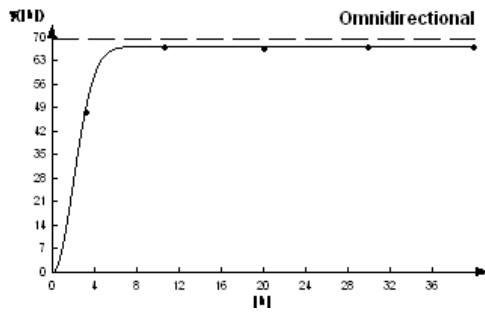
Abril 2020



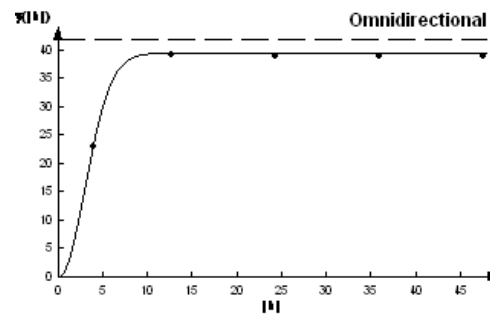
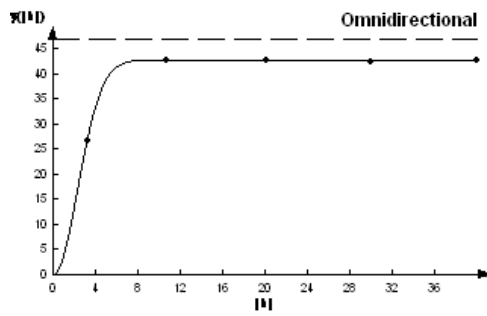
Mayo 2020



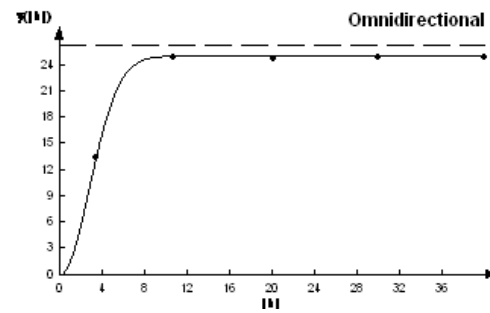
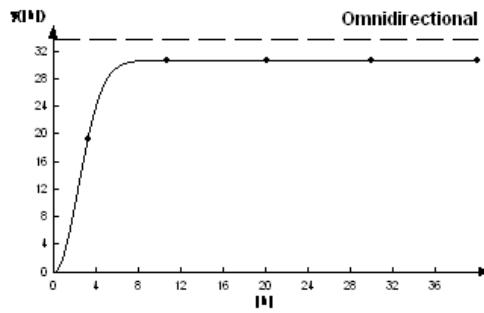
Junio 2020

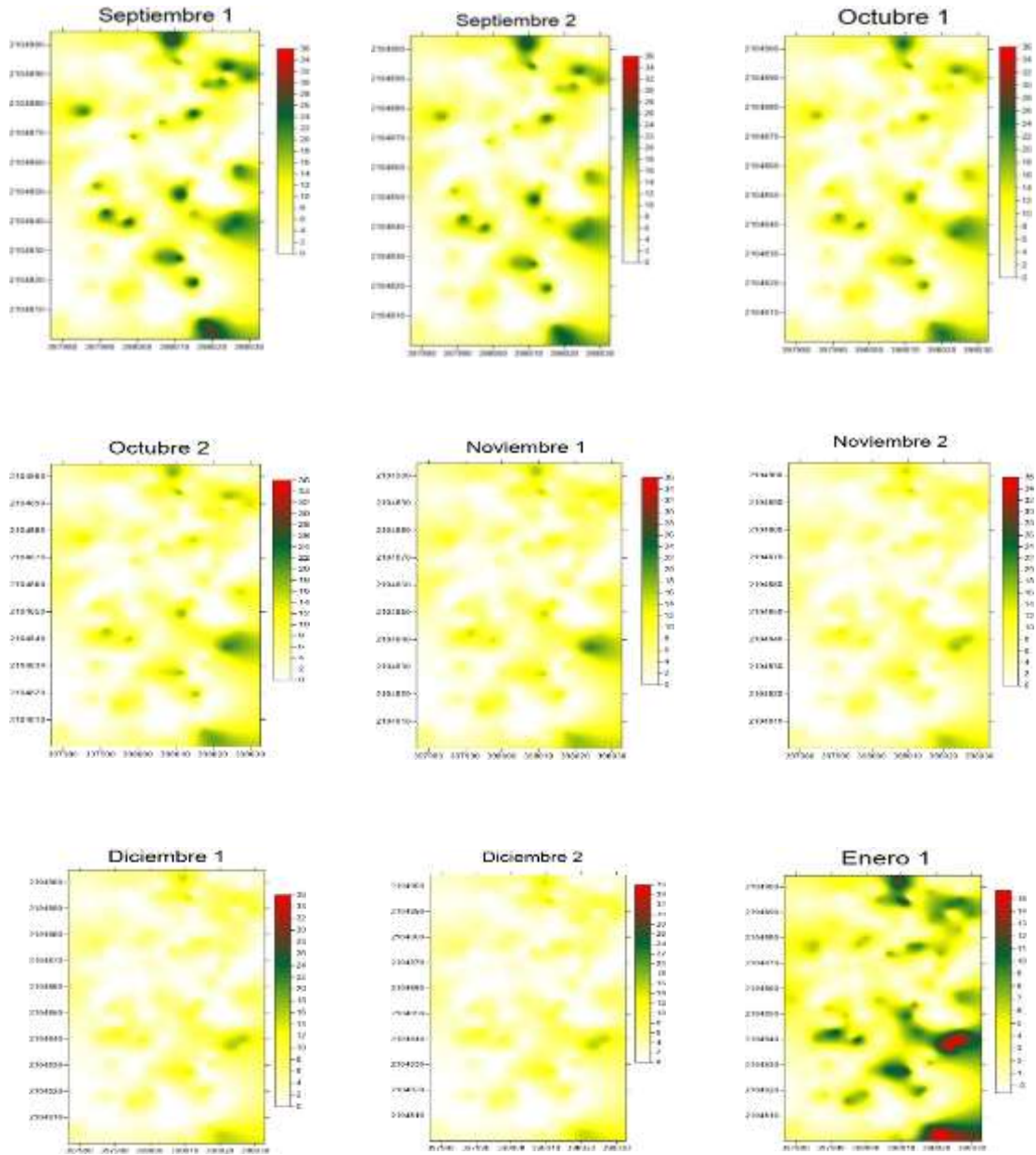


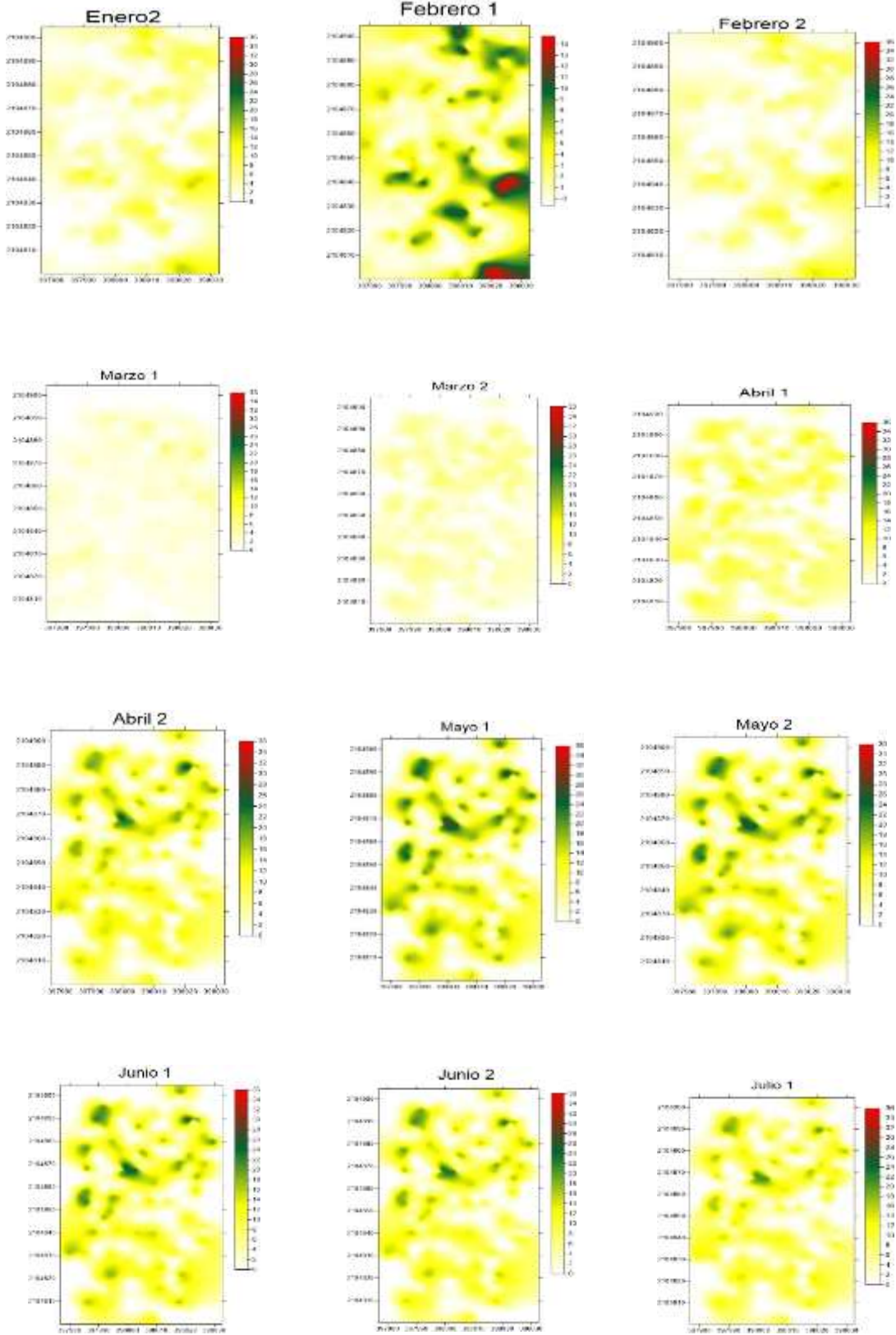
Julio 2020

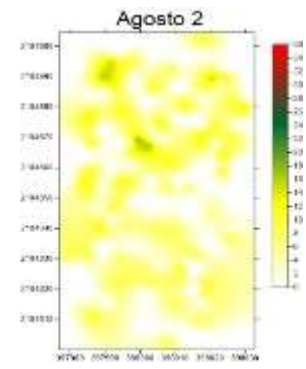
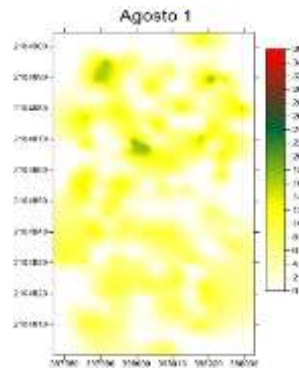
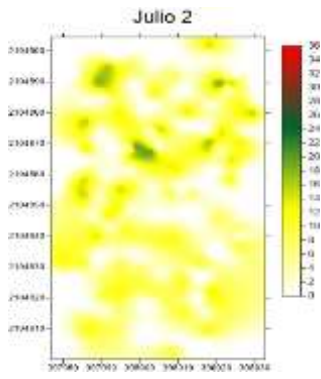


Agosto 2020



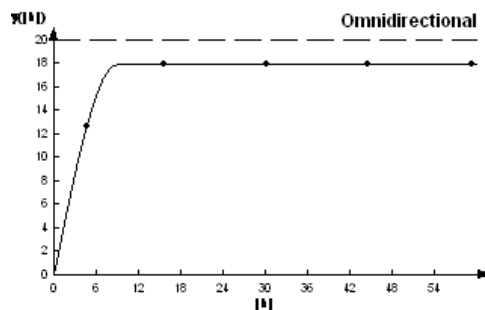
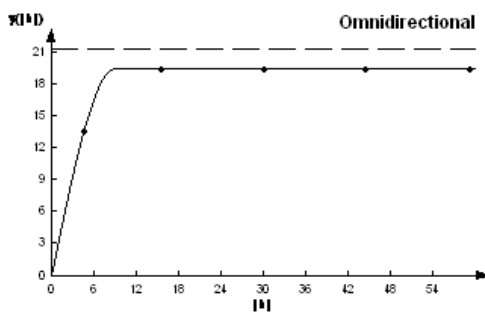




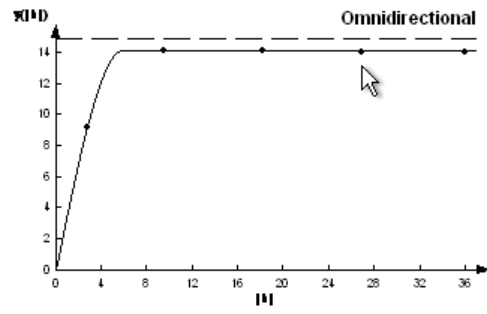
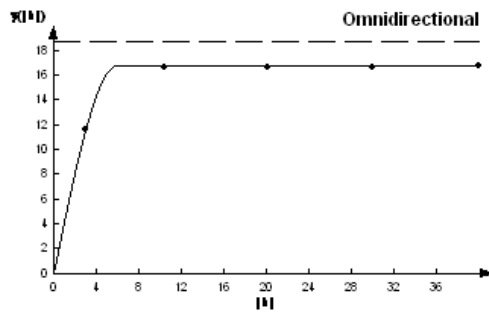


EUSTOLGIO - PARCELA 5								
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	3.475	8.886	ESFERICO	0	19.47	9	0	ALTA
sep-02	3.241	8.393	ESFERICO	0	17.95	9	0	ALTA
oct-01	3.027	7.582	ESFERICO	0	16.89	6	0	ALTA
oct-02	2.898	7.102	ESFERICO	0	16.64	6	0	ALTA
nov-01	2.822	7.02	ESFERICO	0	14.75	9	0	ALTA
nov-02	2.659	6.1	ESFERICO	0	14.21	5.92	0	ALTA
dic-01	2.362	5.154	ESFERICO	0	11.84	8.4	0	ALTA
dic-02	2.293	4.913	ESFERICO	0	10.52	6	0	ALTA
ene-01	2.15	4.384	GAUSSIANO	0	9.68	7.8	0	ALTA
ene-02	1.943	3.843	ESFERICO	0	7.79	5.55	0	ALTA
feb-01	1.794	3.61	ESFERICO	0	7.58	9	0	ALTA
feb-02	1.624	3.231	ESFERICO	0	6.84	6	0	ALTA
mar-01	1.498	1.162	ESFERICO	0	2.41	5.6	0	ALTA
mar-02	2.641	4.238	ESFERICO	0	5.88	7.6	0	ALTA
abr-01	4.022	9.553	ESFERICO	0	15.5	6.8	0	ALTA
abr-02	5.944	20.418	ESFERICO	0	39.75	6	0	ALTA
may-01	6.591	24.52	ESFERICO	0	48.13	6.4	0	ALTA
may-02	6.261	21.692	ESFERICO	0	42.95	6	0	ALTA
jun-01	5.675	18.159	ESFERICO	0	37.78	6.4	0	ALTA
jun-02	5.125	15.511	ESFERICO	0	30.63	6.4	0	ALTA
jul-01	4.776	13.499	ESFERICO	0	26.81	7.6	0	ALTA
jul-02	4.267	12.237	ESFERICO	0	20.99	6.4	0	ALTA
ago-01	3.809	11.017	ESFERICO	0	17.75	7.6	0	ALTA
ago-02	3.389	9.45	ESFERICO	0	14.12	7.2	0	ALTA

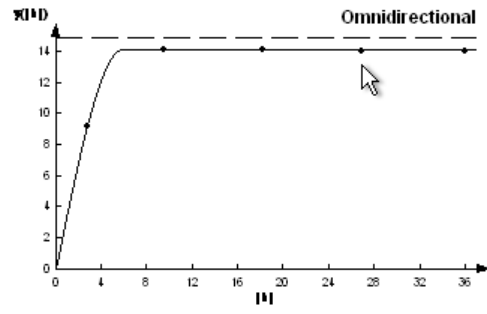
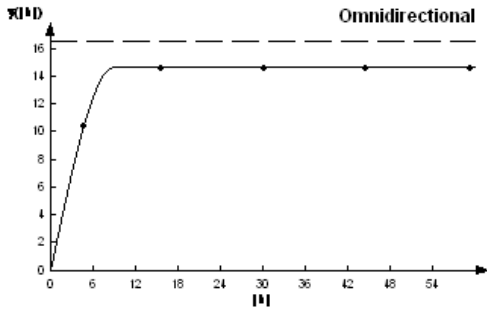
Septiembre 2019



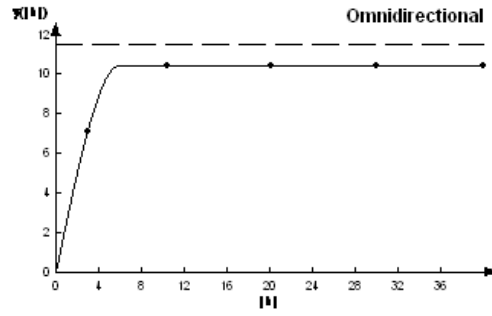
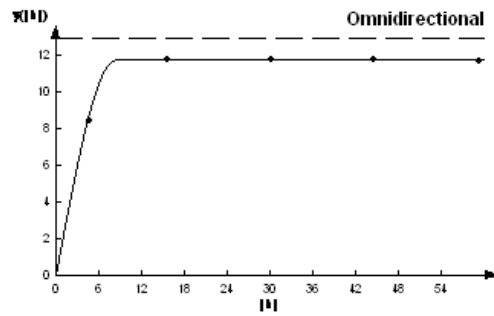
October 2019



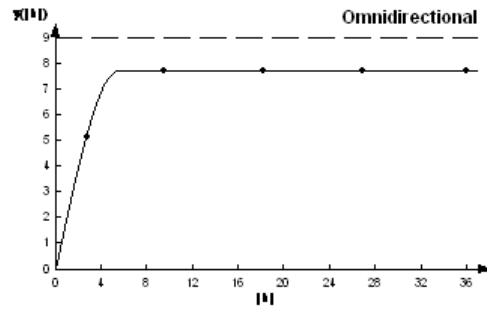
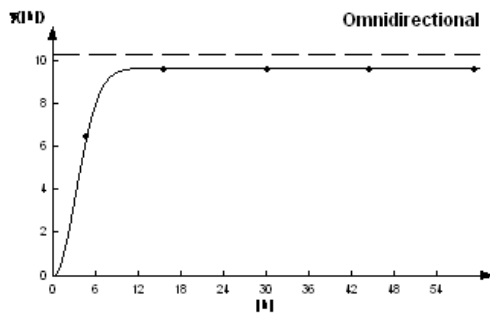
Noviembre 2019



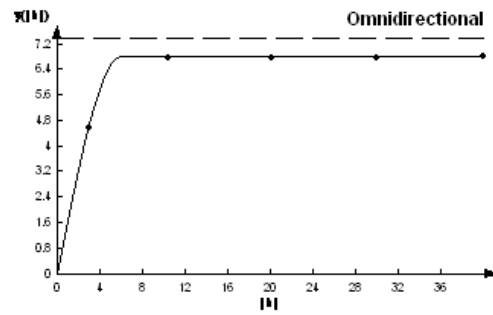
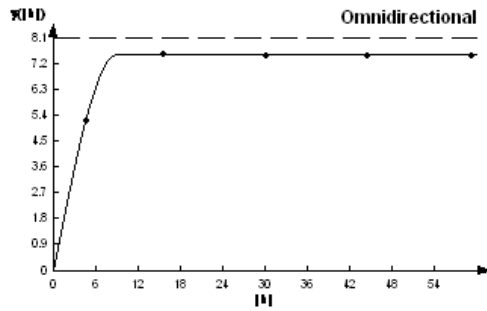
Diciembre 2019



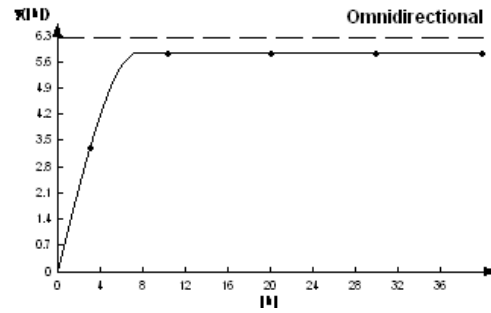
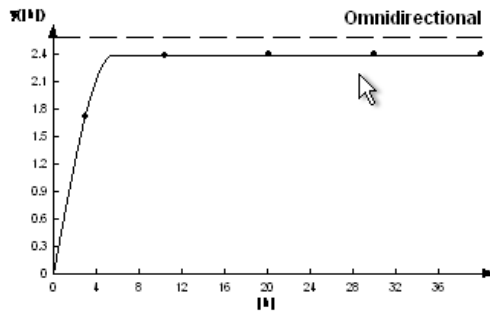
Enero 2020



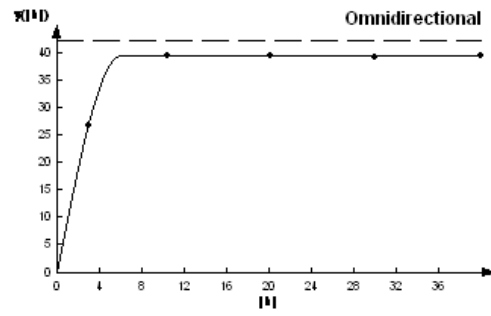
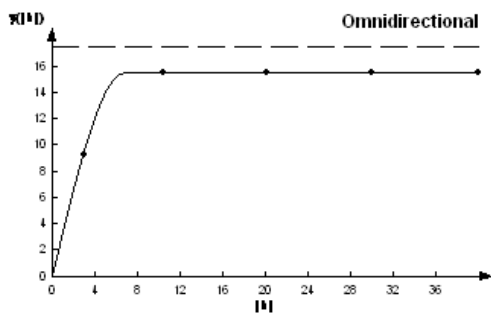
Febrero 2020



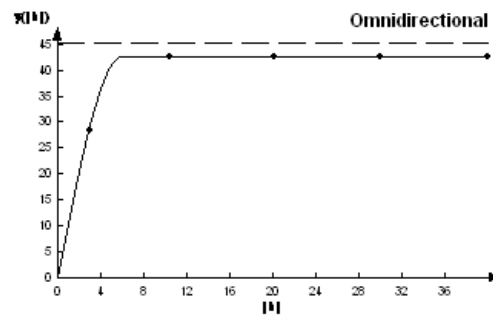
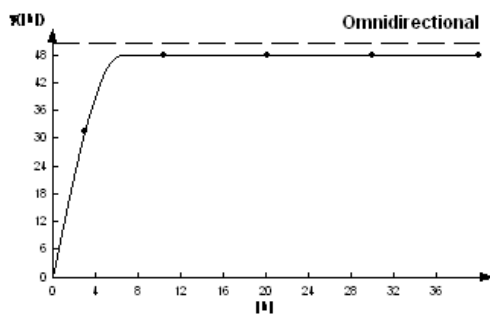
Marzo 2020



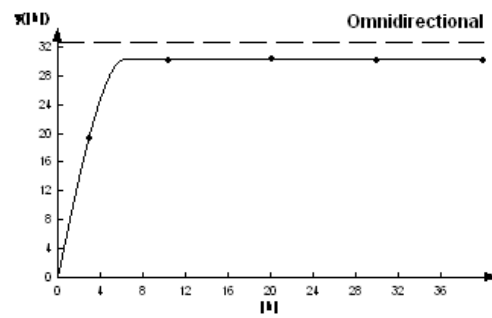
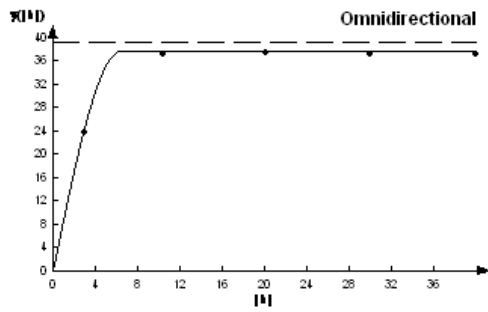
Abril 2020



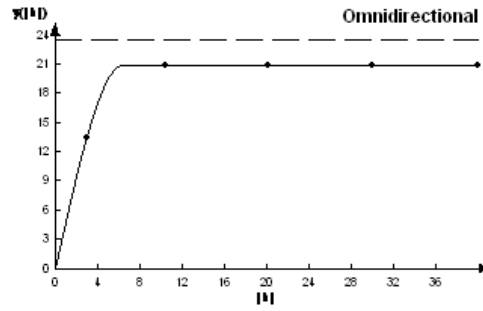
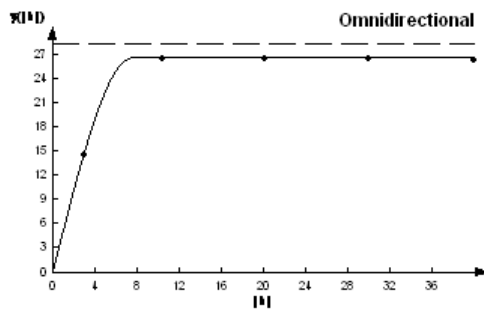
Mayo 2020



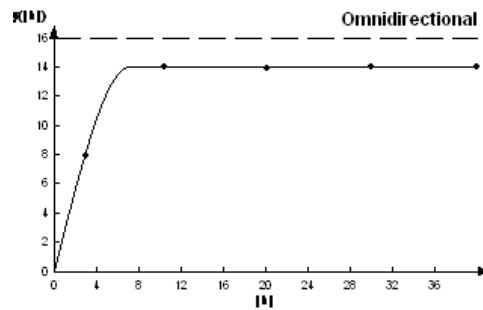
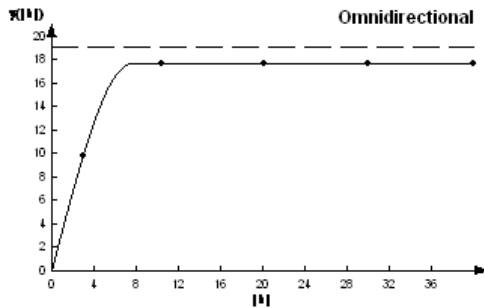
Junio 2020



Julio 2020



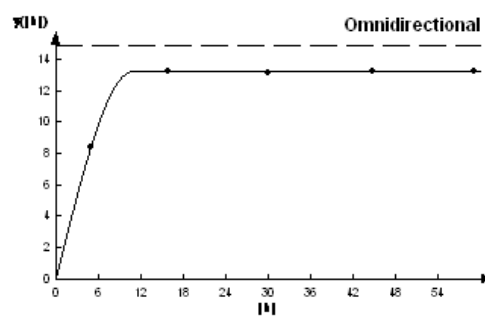
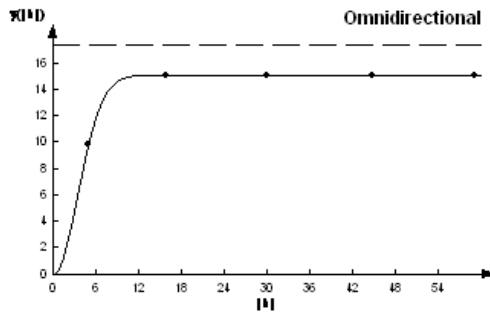
Agosto 2020



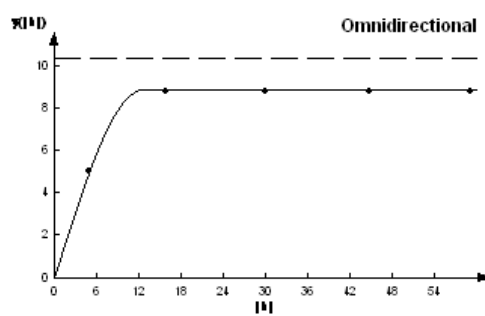
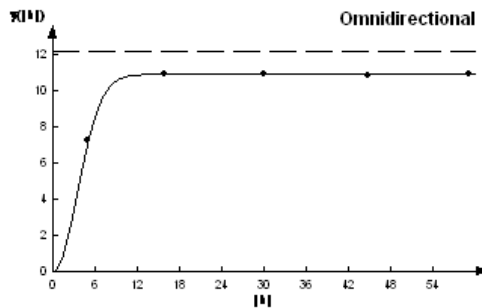
CANAL - PARCELA 6								
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/ MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	1.992	4.216	GAUSSIANO	0	15.18	8.4	0	ALTA
sep-02	1.78	3.48	ESFÉRICO	0	13.29	10.8	0	ALTA
oct - 1	1.602	2.814	GAUSSIANO	0	11	8.4	0	ALTA
oct-02	1.485	2.401	ESFÉRICO	0	8.91	12.6	0	ALTA
nov-01	1.311	2.141	ESFÉRICO	0	8.29	10.2	0	ALTA
nov-02	1.254	1.892	ESFÉRICO	0	7.44	12	0	ALTA
dic-01	1.125	1.811	ESFÉRICO	0	7.1	6	0	ALTA
dic-02	1.083	1.562	ESFÉRICO	0	6.11	13.8	0	ALTA
ene-01	1.119	2.188	GAUSSIANO	0	10.61	7.8	0	ALTA
ene-02	0.942	2.157	GAUSSIANO	0	9.88	8.4	0	ALTA
feb-01	0.718	2.034	GAUSSIANO	0	9.78	7.8	0	ALTA
feb-02	0.636	1.819	ESFÉRICO	0	7.13	10.2	0	ALTA
mar-01	0.866	4.262	ESFERICO	0	5.28	6.4	0	ALTA

mar-02	4.717	16.266	ESFERICO	0	17.59	7.6	0	ALTA
abr-01	8.824	39.876	ESFERICO	0	39.02	7.2	0	ALTA
abr-02	11.866	62.614	ESFERICO	0	55.97	8	0	ALTA
may-01	11.878	67.608	ESFERICO	0	58.32	5.04	0	ALTA
may-02	11.025	62.752	ESFERICO	0	55.08	7.2	0	ALTA
jun-01	10.174	54.866	ESFERICO	0	47.49	6.8	0	ALTA
jun-02	7.869	34.557	ESFERICO	0	32.01	6.8	0	ALTA
jul-01	6.255	20.883	ESFERICO	0	20.88	7.2	0	ALTA
jul-02	5.523	14.88	ESFERICO	0	15.9	7.6	0	ALTA
ago-01	3.629	8.567	ESFERICO	0	8.52	7.2	0	ALTA
ago-02	3.149	6.516	ESFERICO	0	7.01	6.8	0	ALTA

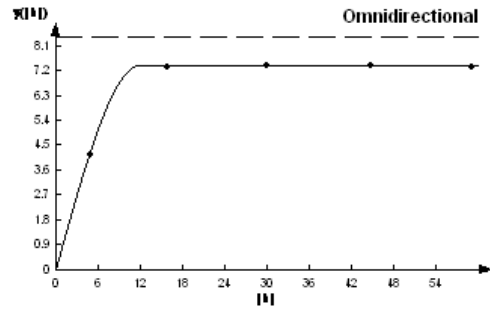
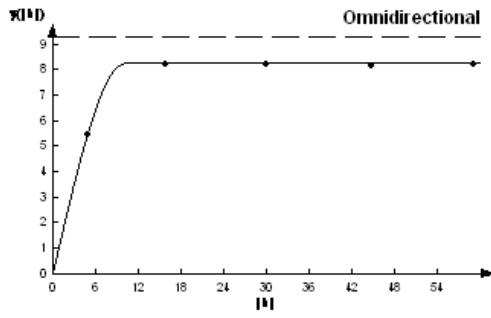
Septiembre 2019



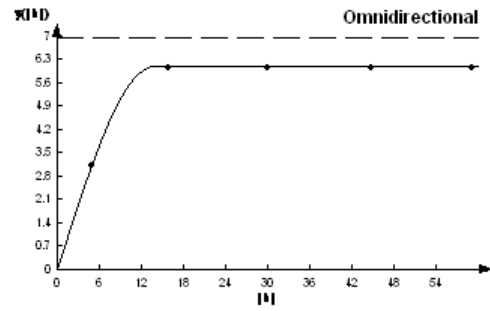
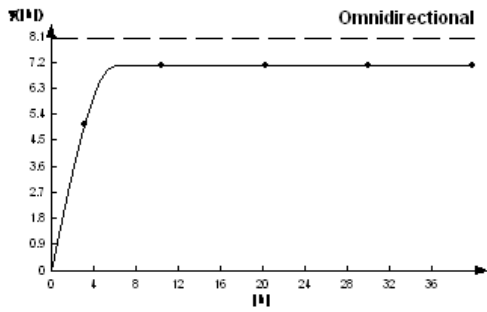
Octubre 2019



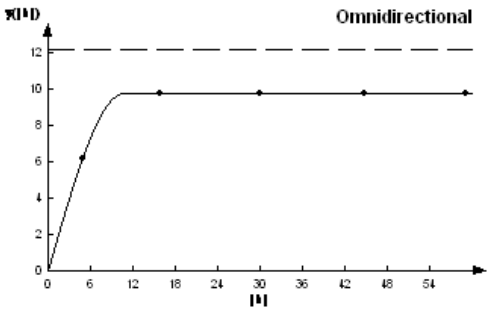
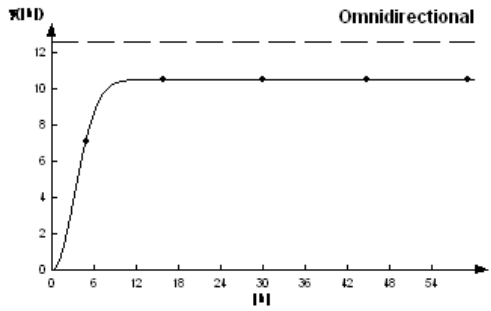
Noviembre 2019



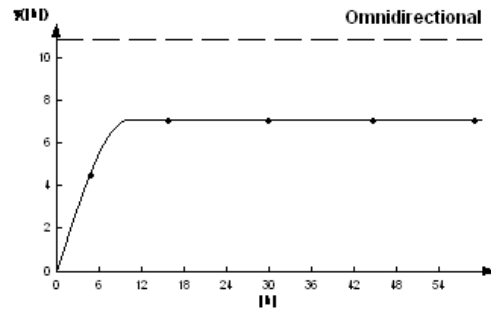
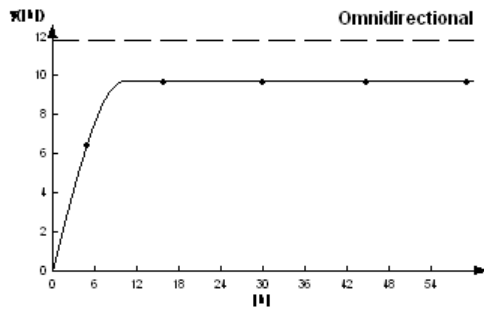
Diciembre 2019



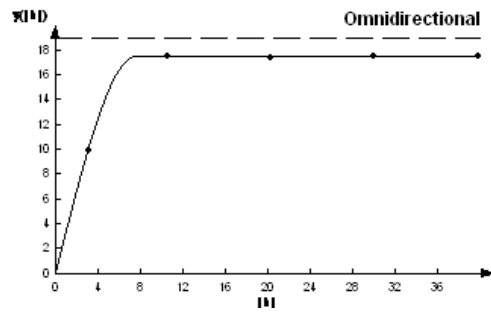
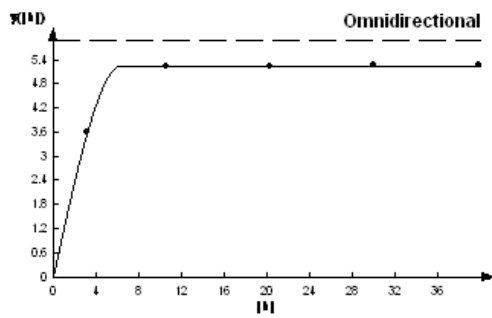
Enero 2020



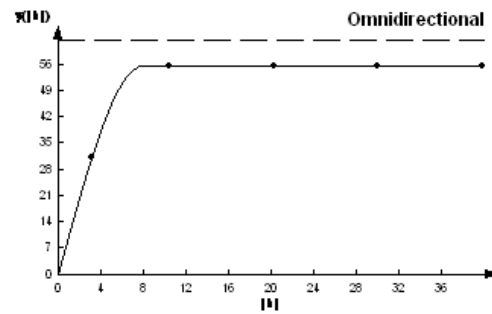
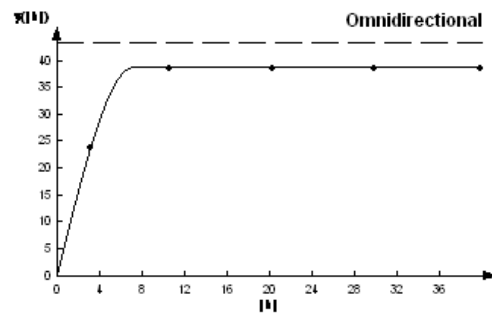
Febrero 2020



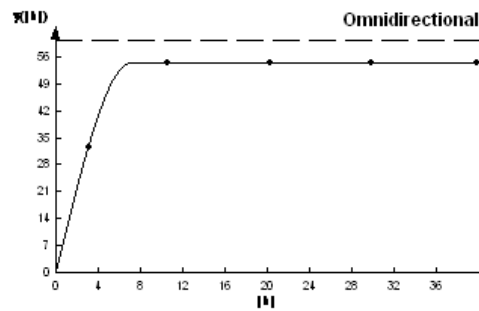
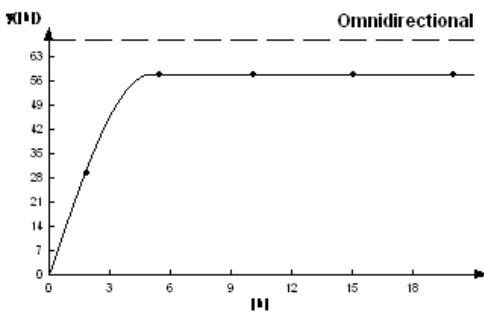
Marzo 2020



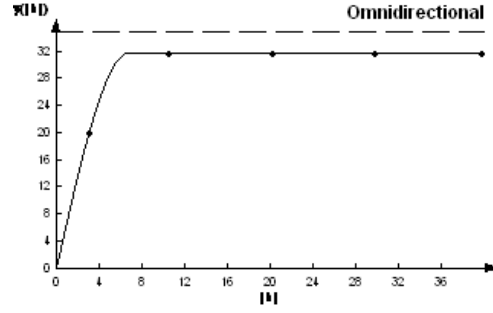
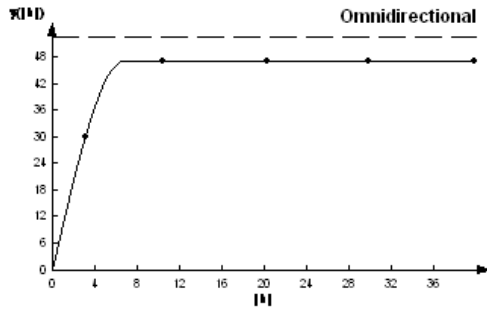
Abril 2020



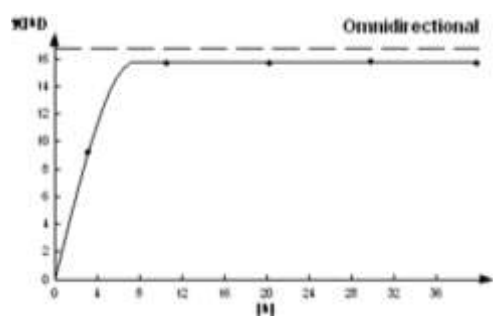
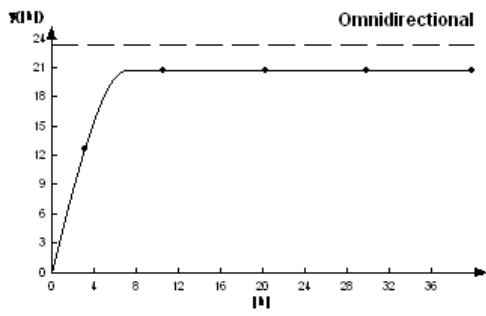
Mayo 2020



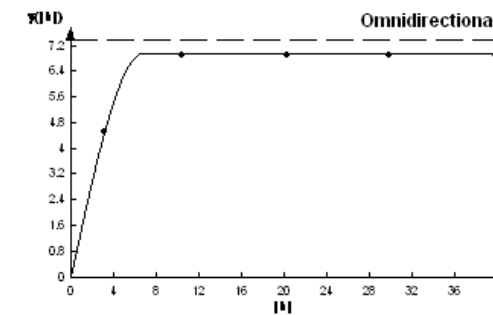
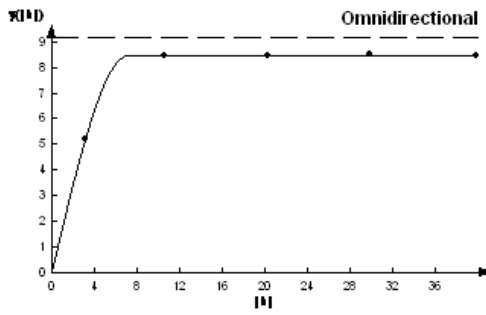
Junio 2020



Julio 2020



Agosto 2020



Cuadro3. Superficie Infestada Temascaltepec

MUESTREO	PARCELA 1		PARCELA 2		PARCELA 3	
	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %
sep-01	86	14	66	34	70	30
sep-02	86	14	66	34	70	30
oct-01	85	15	64	36	69	31
oct-02	85	15	64	36	68	32
nov-01	84	16	64	36	68	32
nov-02	84	16	63	37	68	32
dic-01	84	16	63	37	68	32
dic-02	84	16	63	37	68	32
ene-01	84	16	62	38	67	33
ene-02	83	17	62	38	67	33
feb-01	83	17	64	36	67	33
feb-02	84	16	64	36	69	31
mar-01	64	36	50	50	47	53
mar-02	73	27	52	48	51	49
abr-01	81	19	53	43	53	47
abr-02	85	15	60	40	54	46
may-01	86	14	63	37	56	44
may-02	87	13	64	36	56	44
jun-01	87	13	65	35	57	43
jun-02	87	13	65	35	58	42
jul-01	88	12	68	32	51	49
jul-02	88	12	68	32	50	50
ago-01	88	12	70	30	49	51
ago-02	88	12	70	30	49	51

MUESTREO	PARCELA 4		PARCELA 5		PARCELA 6	
	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %
sep-01	64	36	79	21	89	11

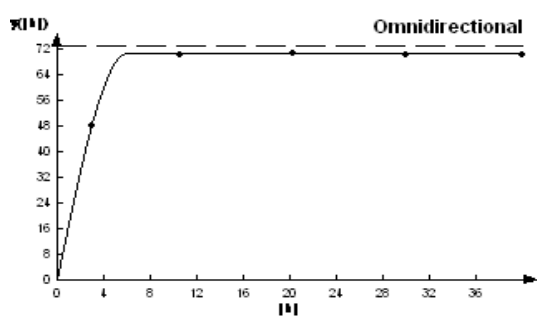
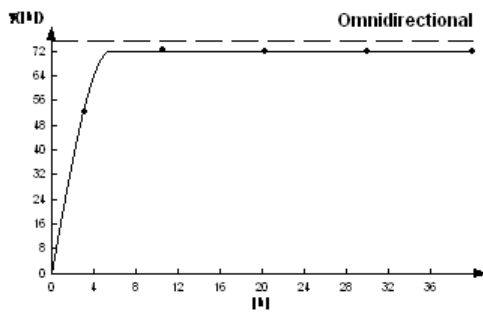
sep-02	64	36	79	21	89	11
oct-01	63	37	78	22	88	12
oct-02	63	37	78	22	88	12
nov-01	63	37	77	23	88	12
nov-02	62	38	77	23	87	13
dic-01	62	38	77	23	87	13
dic-02	61	39	77	23	87	13
ene-01	61	39	76	24	86	14
ene-02	61	39	76	24	86	14
feb-01	61	39	77	23	88	12
feb-02	63	37	78	22	88	12
mar-01	54	46	54	46	42	58
mar-02	55	45	55	45	50	50
abr-01	55	45	56	44	55	45
abr-02	57	43	57	43	58	42
may-01	58	42	60	40	65	35
may-02	60	40	61	39	66	34
jun-01	61	39	64	36	68	32
jun-02	61	39	65	35	69	31
jul-01	66	34	67	33	70	30
jul-02	68	32	69	31	72	28
ago-01	70	30	71	29	74	26
ago-02	70	30	72	28	75	25

Cuadro 4. Parámetros (efecto pepita, rango, media, varianza, pepita/meseta y nivel de dependencia espacial) de los modelos ajustados a los semivariogramas, semivariogramas y mapas de Minador de la Hoja en Café en Amatepec 2019- 2020.

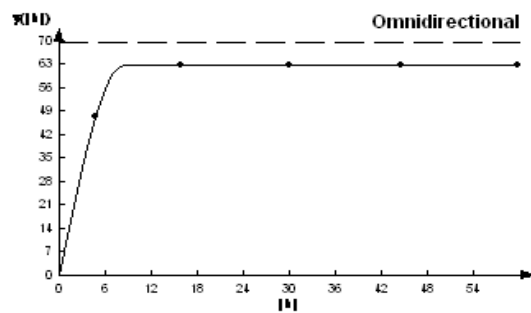
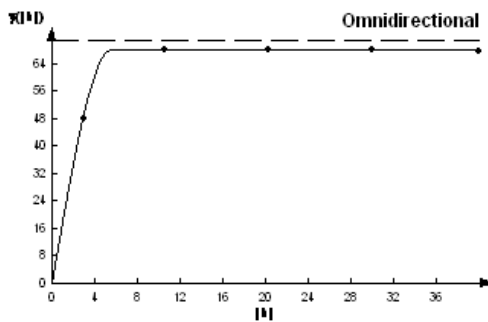
AVELINO -PARCELA 1								
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	12.374	26.239	ESFERICO	0	72.49	5.6	0	ALTA
sep-02	12.39	26.202	ESFERICO	0	70.81	6	0	ALTA
oct-01	12.231	25.6	ESFERICO	0	68.59	5.6	0	ALTA
oct-02	12.139	24.776	ESFERICO	0	62.83	8.4	0	ALTA
nov-01	12.06	24.254	ESFERICO	0	61.77	9	0	ALTA
nov-02	11.89	22.697	ESFERICO	0	60.3	9	0	ALTA

dic-01	11.725	22.21	ESFERICO	0	58.42	7.8	0	ALTA
dic-02	11.617	22.017	ESFERICO	0	58.56	7.2	0	ALTA
ene-01	11.498	21.762	ESFERICO	0	56.23	6	0	ALTA
ene-02	11.352	21.396	ESFERICO	0	56.21	5.6	0	ALTA
feb-01	11.267	20.978	GAUSSIANO	0	50.96	6.24	0	ALTA
feb-02	11.142	19.957	ESFERICO	0	49.05	7.2	0	ALTA
mar-01	11.498	13.888	GAUSSIANO	0	25.44	4.8	0	ALTA
mar-02	11.936	18.82	GAUSSIANO	0	32.14	4.83	0	ALTA
abr-01	12.648	33.554	GAUSSIANO	0	64.7	4.27	0	ALTA
abr-02	11.772	30.433	GAUSSIANO	0	57.18	5.13	0	ALTA
may-01	10.892	24.822	GAUSSIANO	0	46.27	4.4	0	ALTA
may-02	9.693	17.278	GAUSSIANO	0	35.36	4.6	0	ALTA
jun-01	9.107	13.841	GAUSSIANO	0	29.7	4.7	0	ALTA
jun-02	8.43	10.677	GAUSSIANO	0	22.97	4.8	0	ALTA
jul-01	7.899	8.419	GAUSSIANO	0	18.78	4.8	0	ALTA
jul-02	6.947	5.79	GAUSSIANO	0	13.44	4.95	0	ALTA
ago-01	6.322	4.85	GAUSSIANO	0	10.95	4.76	0	ALTA
ago-02	5.017	3.888	GAUSSIANO	0	9.73	7.8	0	ALTA

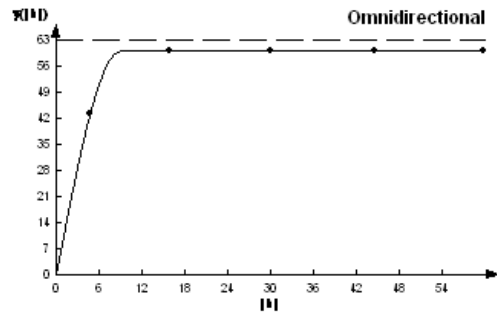
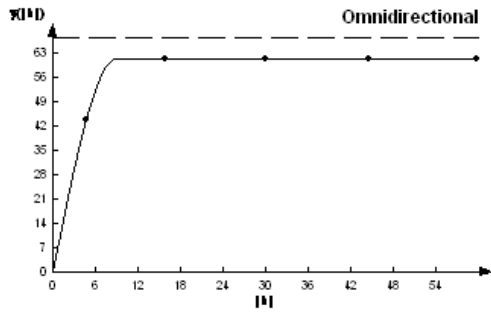
Septiembre 2019



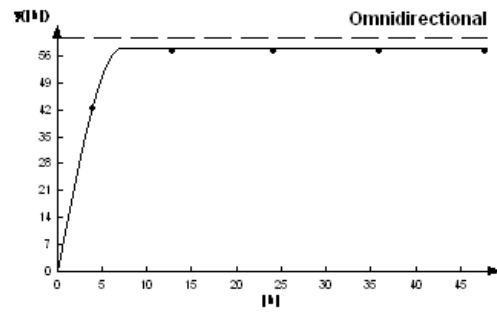
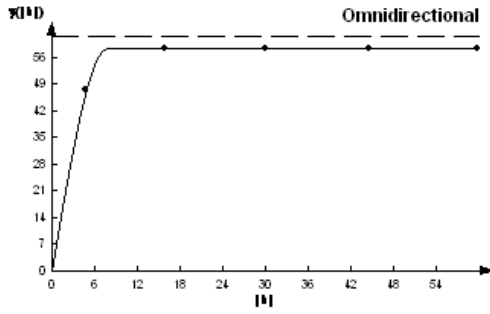
Octubre 2019



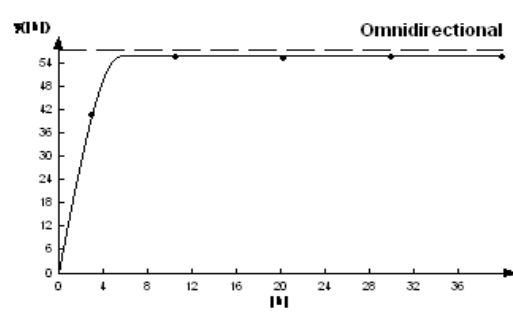
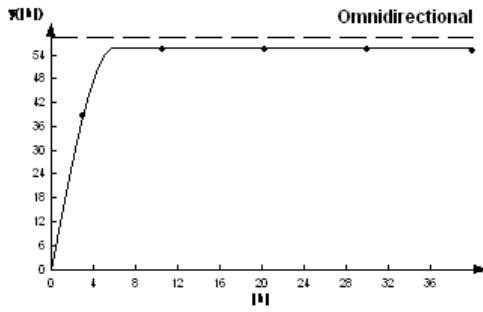
Noviembre 2019



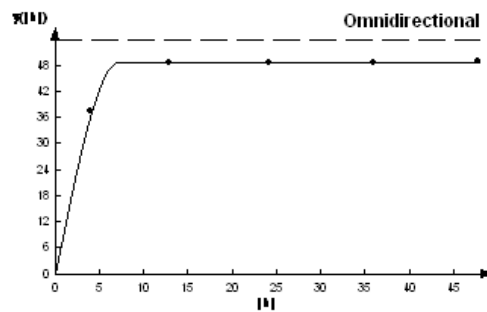
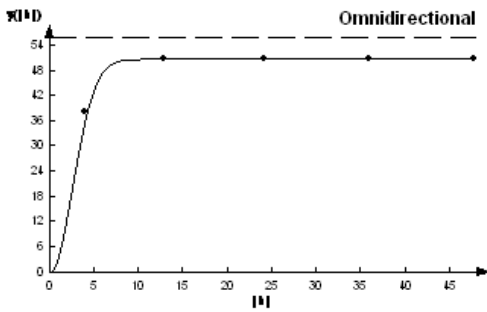
Diciembre 2019



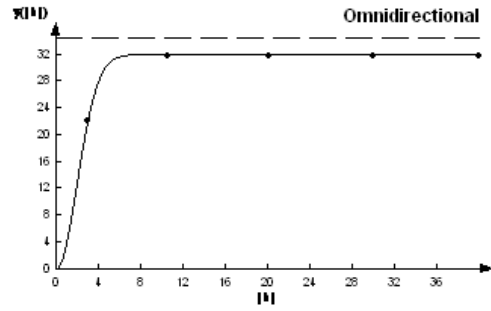
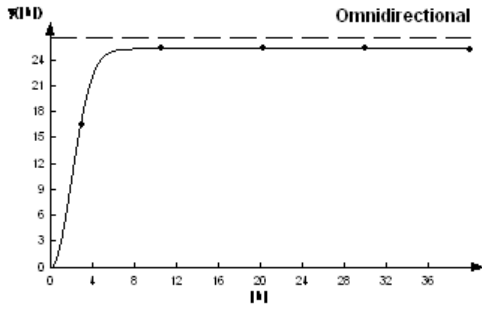
Enero 2020



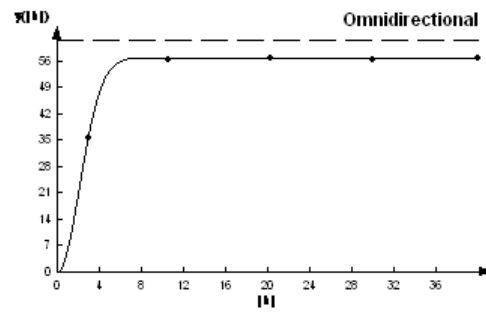
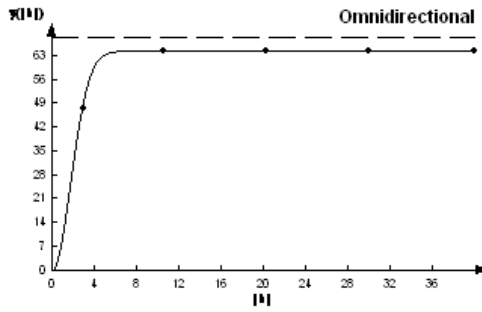
Febrero 2020



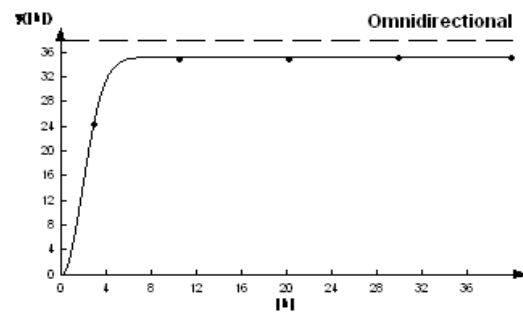
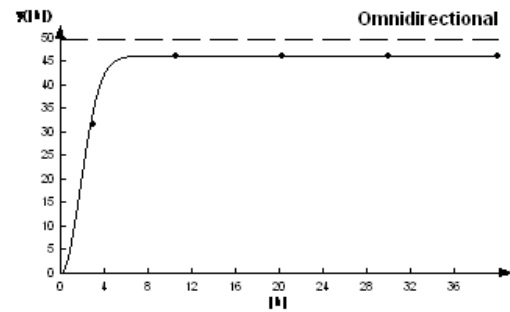
Marzo 2020



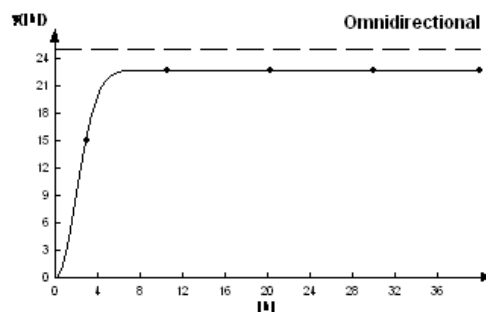
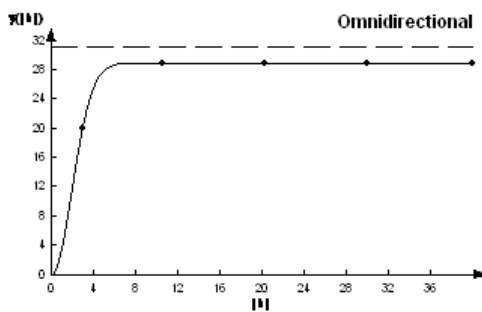
Abril 2020



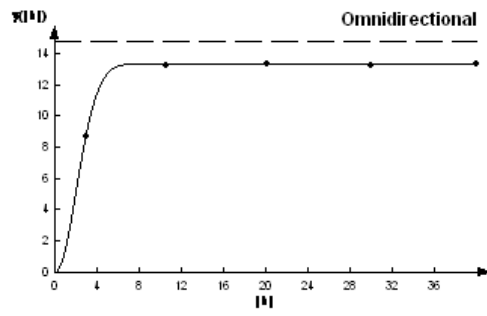
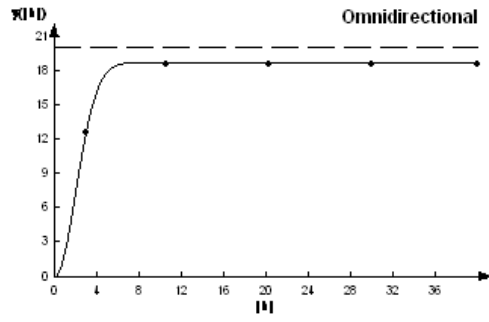
Mayo 2020



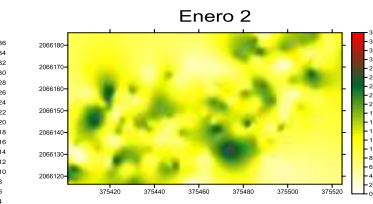
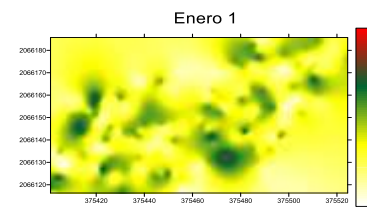
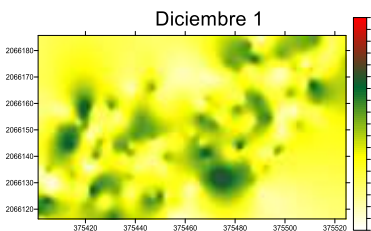
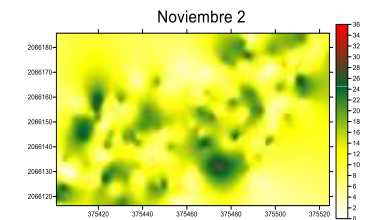
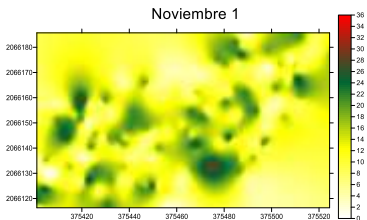
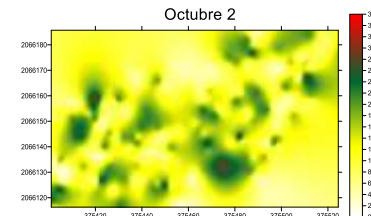
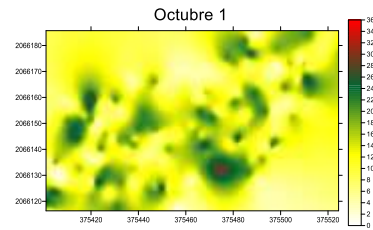
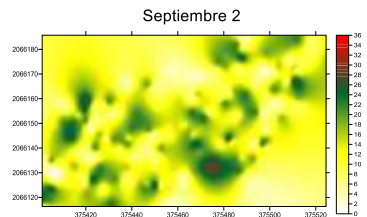
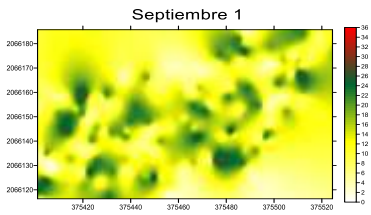
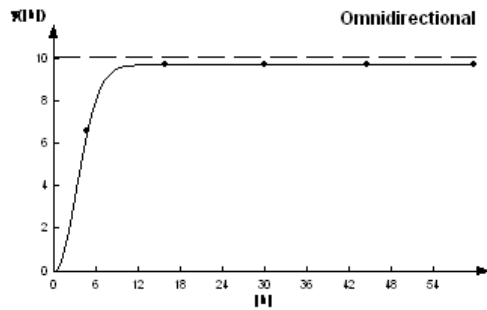
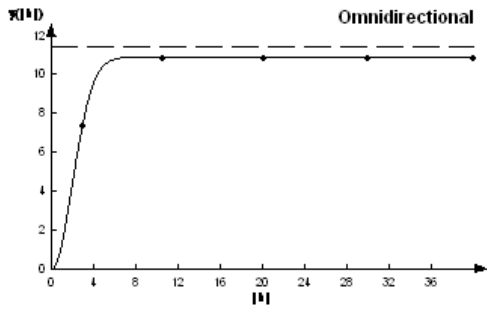
Junio 2020

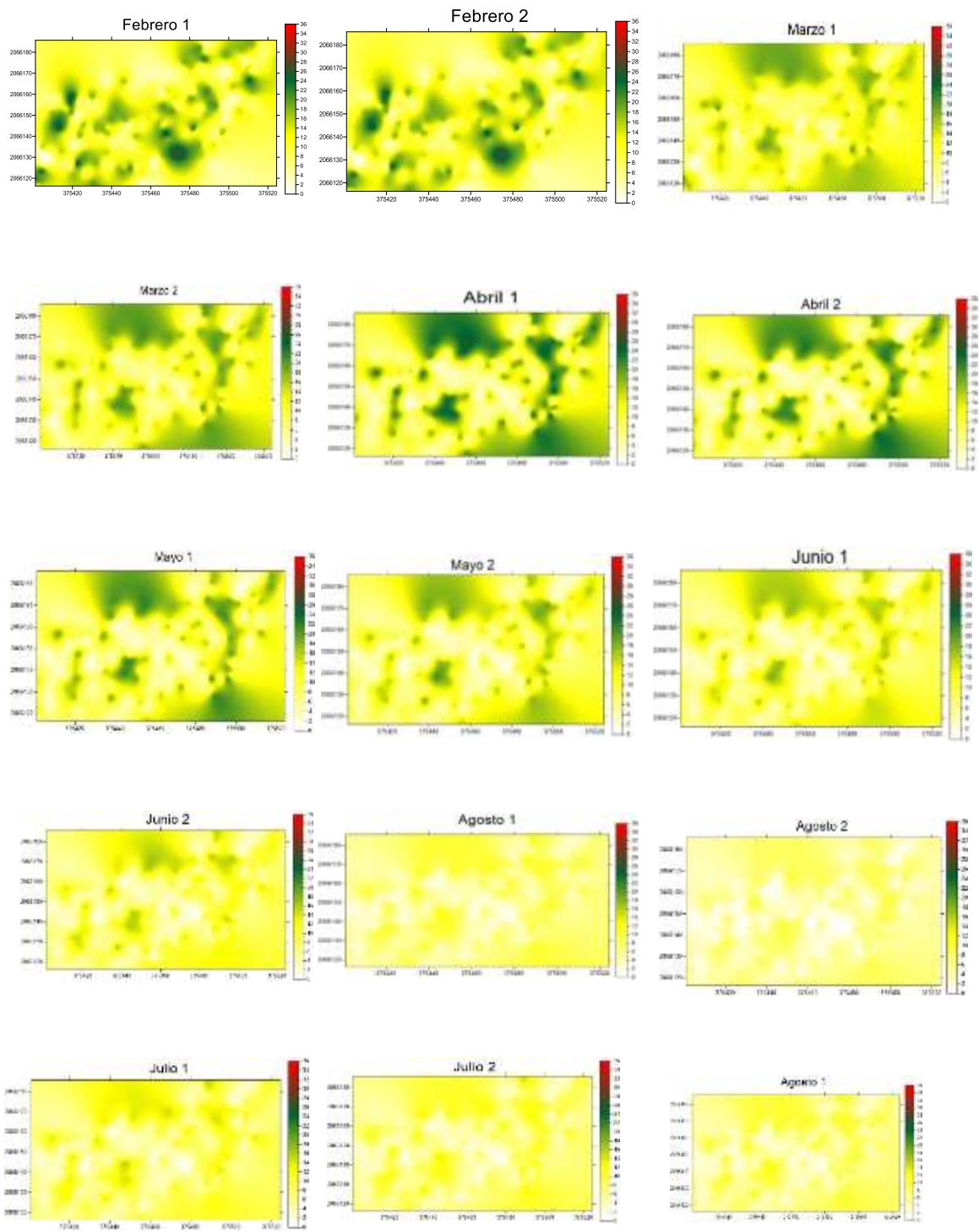


Julio 2020



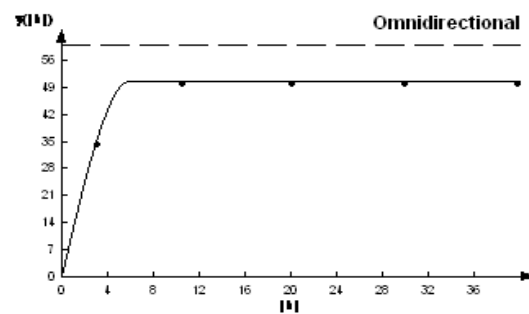
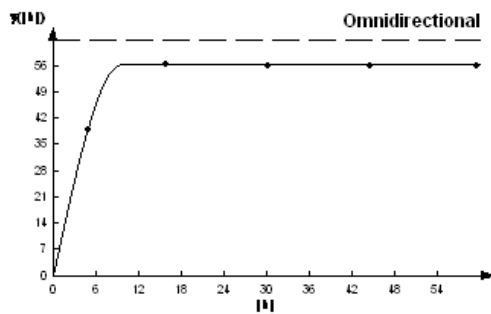
Agosto 2020



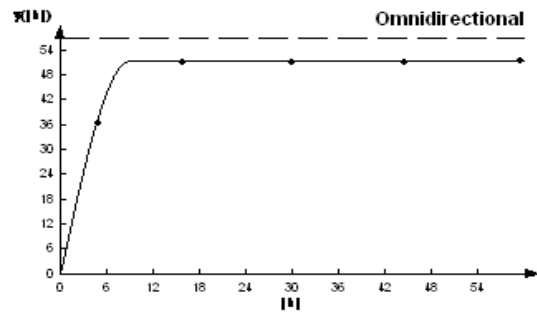
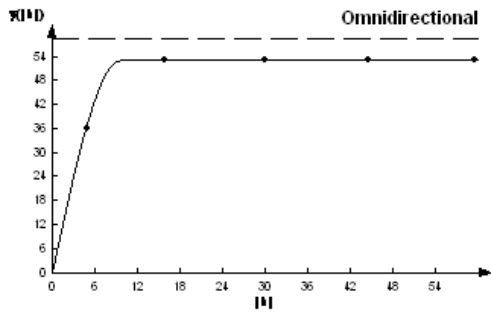


AVELINO 2 - PARCELA 2								
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	12.66	50.322	ESFERICO	0	56.6	9.6	0	ALTA
sep-02	12.365	47.416	ESFERICO	0	51.14	6	0	ALTA
oct-01	12.095	45.175	ESFERICO	0	53.32	9	0	ALTA
oct-02	11.952	44.294	ESFERICO	0	51.6	9	0	ALTA
nov-01	11.761	42.703	ESFERICO	0	48.18	9.6	0	ALTA
nov-02	11.482	39.709	ESFERICO	0	43.75	6.4	0	ALTA
dic-01	11.23	37.9323	ESFERICO	0	44.23	9.6	0	ALTA
dic-02	10.942	35.229	ESFERICO	0	41.64	10.8	0	ALTA
ene-01	10.807	34.563	ESFERICO	0	41.43	9.6	0	ALTA
ene-02	10.452	32.092	ESFERICO	0	38.93	10.2	0	ALTA
feb-01	10.329	31.561	ESFERICO	0	36.61	10.6	0	ALTA
feb-02	10.18	30.915	ESFERICO	0	33.32	9.6	0	ALTA
mar-01	9.762	11.082	GAUSSIANO	0	9.53	6.66	0	ALTA
mar-02	10.473	6.603	GAUSSIANO	0	12.78	4.8	0	ALTA
abr-01	12.609	16.789	GAUSSIANO	0	41.46	5.2	0	ALTA
abr-02	14.249	30.778	GAUSSIANO	0	7.4	5.1	0	ALTA
may-01	13.503	26.006	GAUSSIANO	0	63.69	5.2	0	ALTA
may-02	12.611	21.158	GAUSSIANO	0	50.09	4.8	0	ALTA
jun-01	11.197	15.41	GAUSSIANO	0	36.52	4.2	0	ALTA
jun-02	9.583	10.097	GAUSSIANO	0	25.11	5.2	0	ALTA
jul-01	7.89	6.508	GAUSSIANO	0	15.69	5.26	0	ALTA
jul-02	6.705	4.706	GAUSSIANO	0	10.1	5.5	0	ALTA
ago-01	5.457	3.372	GAUSSIANO	0	8.38	4.8	0	ALTA
ago-02	4.293	3.019	GAUSSIANO	0	6.7	5.2	0	ALTA

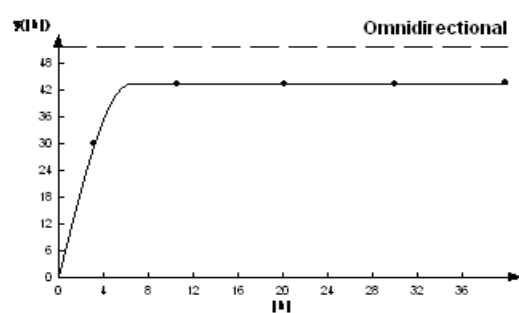
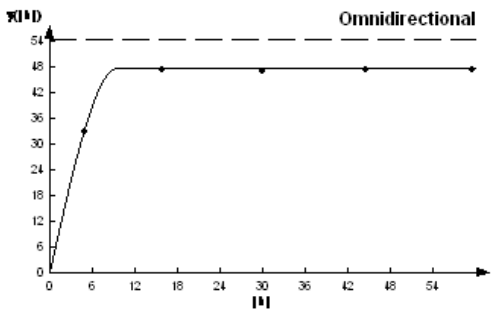
Septiembre 2019



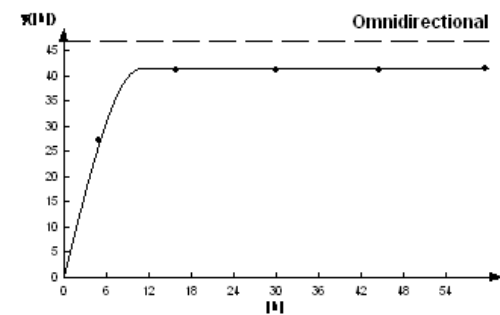
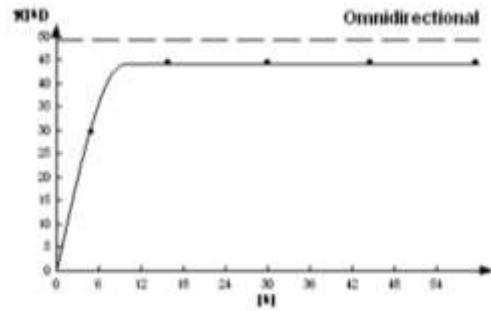
Octobre 2019



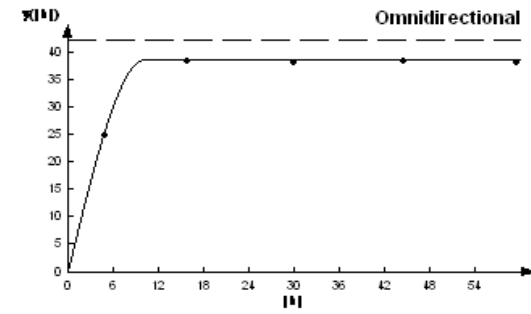
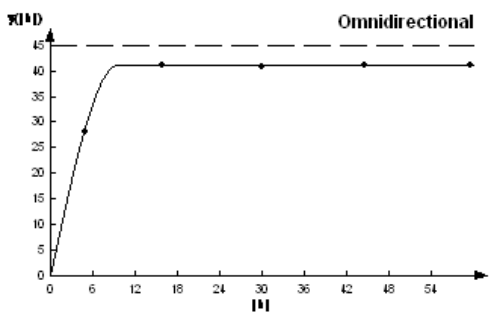
Novembre 2019



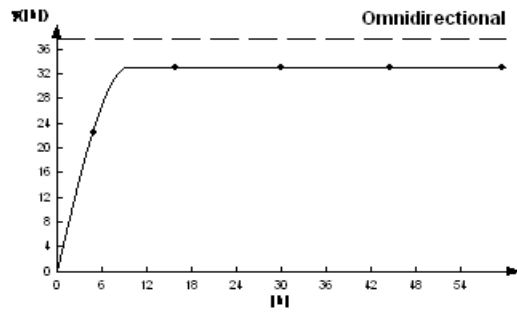
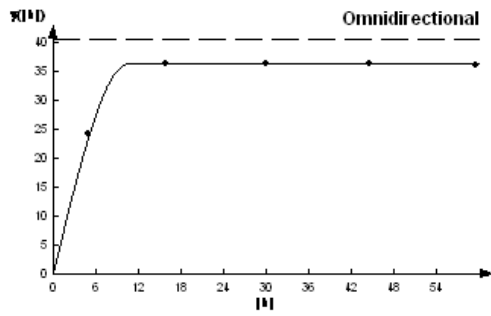
Diciembre 2019



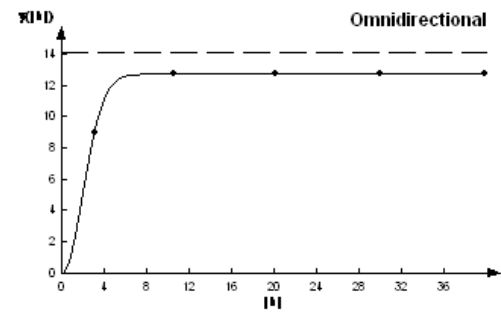
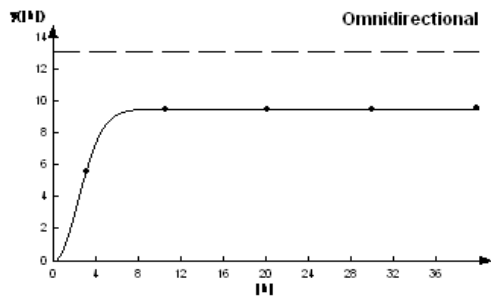
Enero 2020



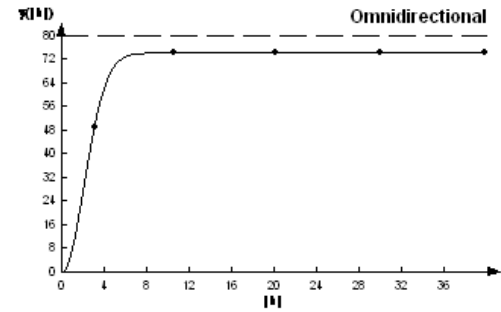
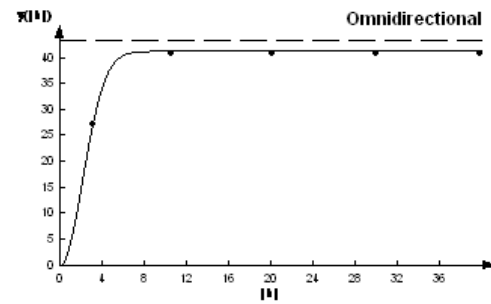
Febrero 2020



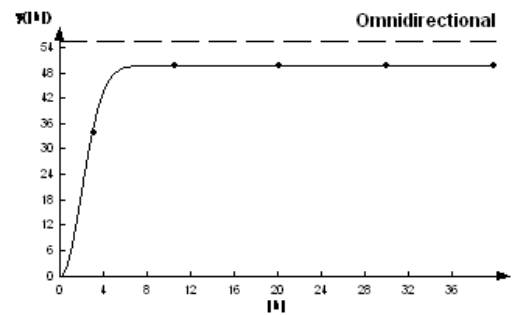
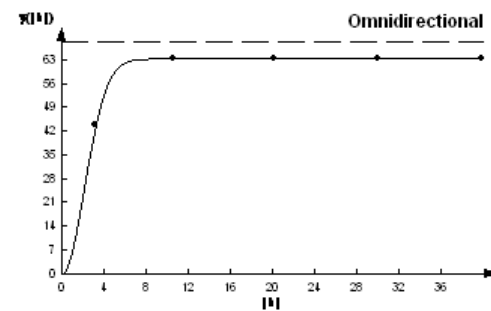
Marzo 2020



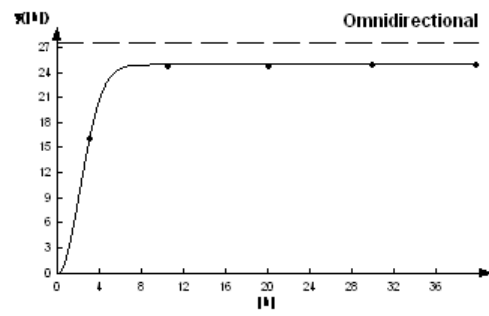
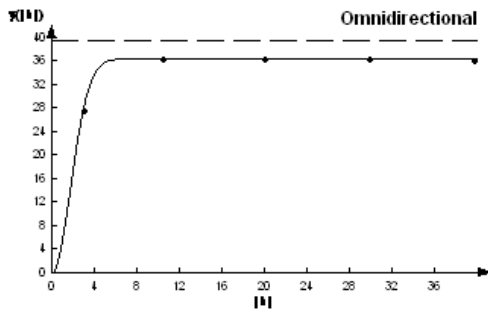
Abril 2020



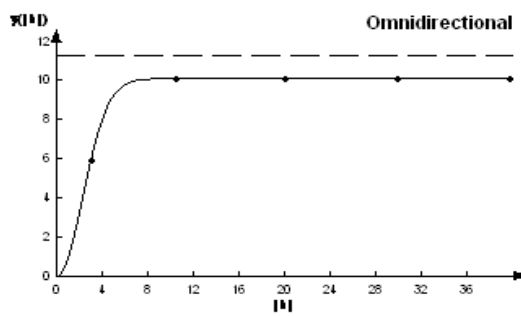
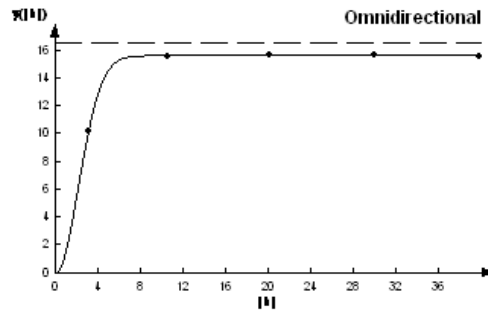
Mayo 2020



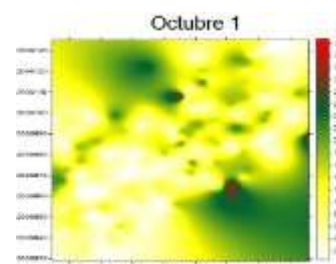
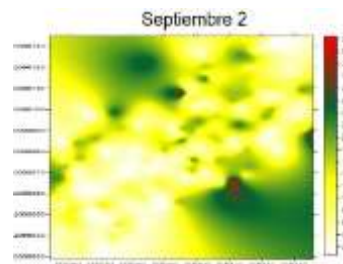
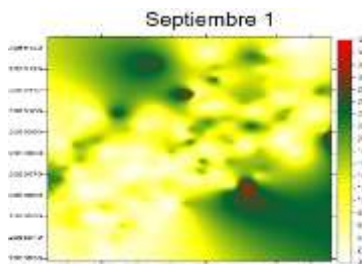
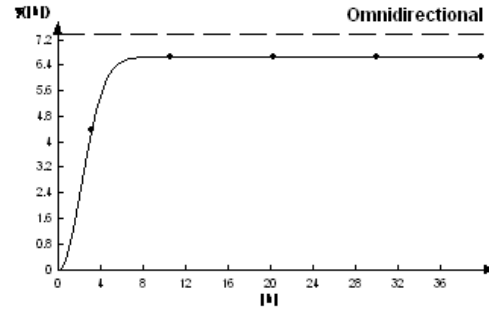
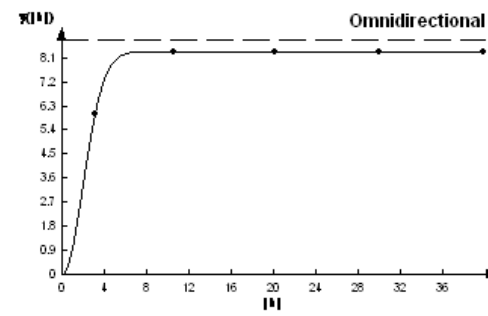
Junio 2020

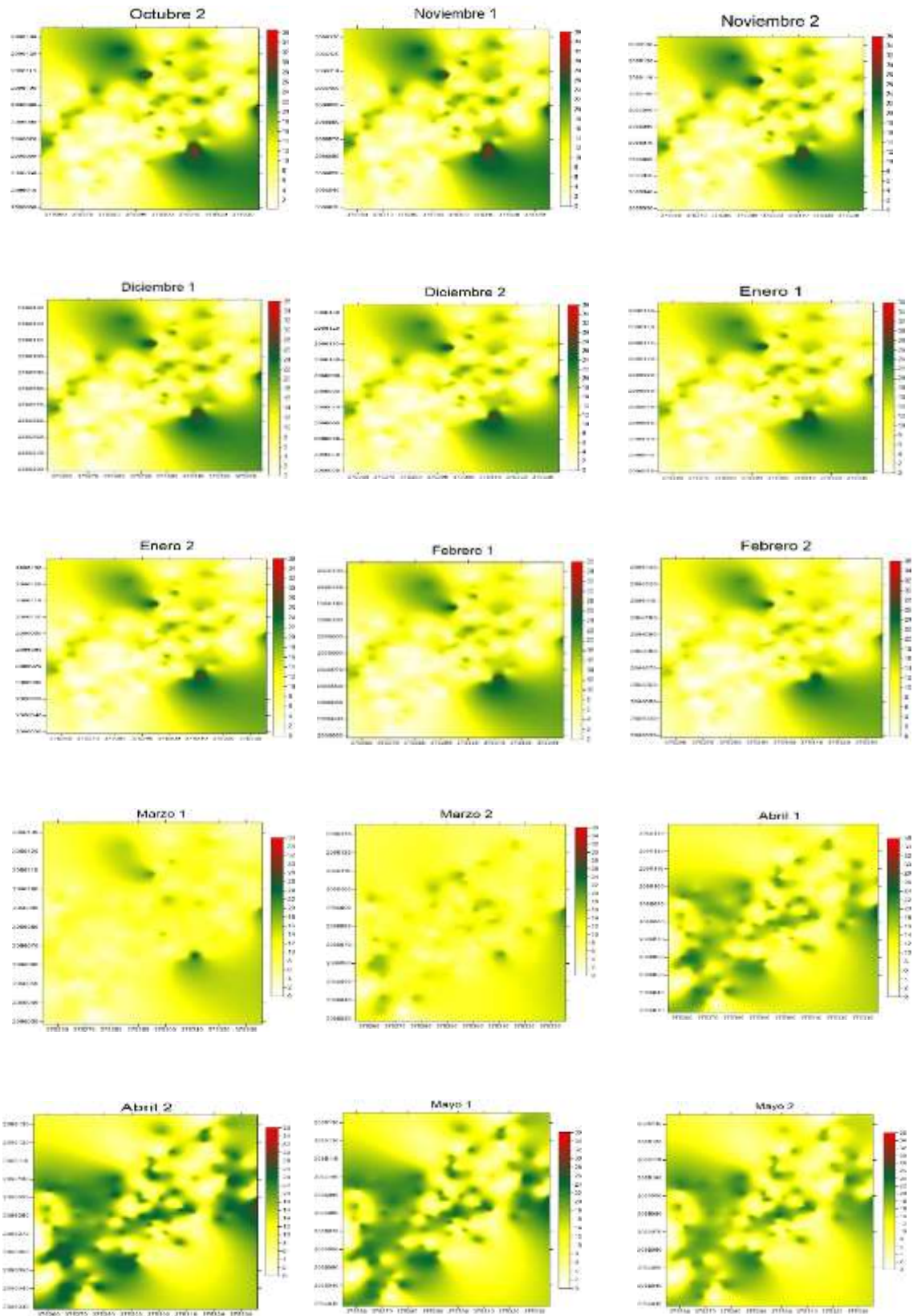


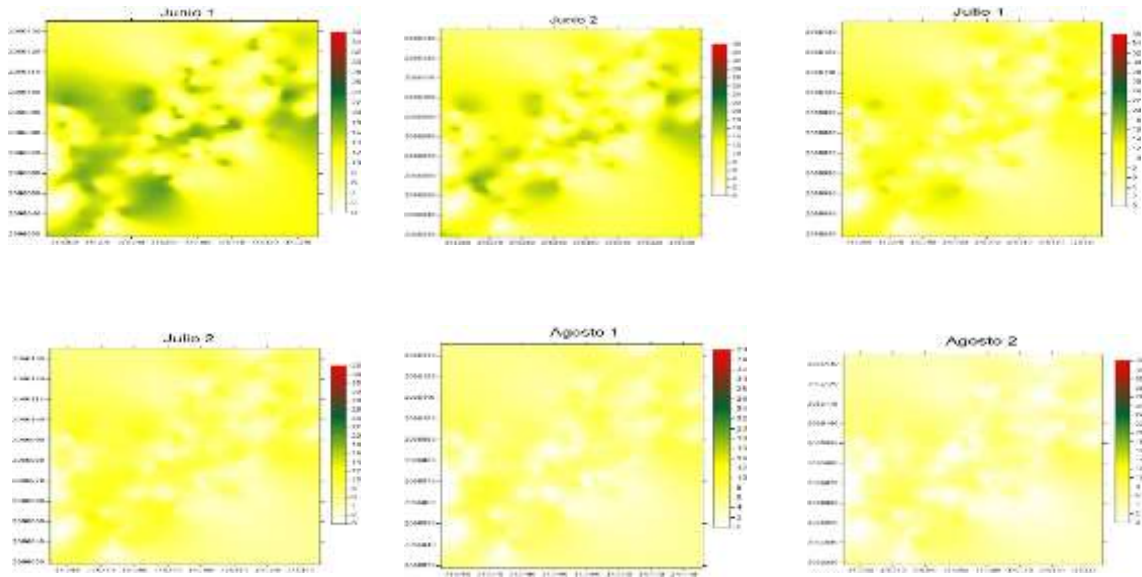
Julio 2020



Agosto 2020



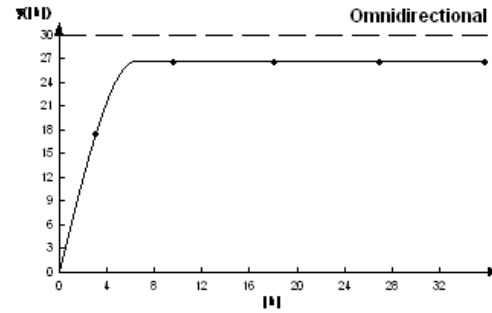
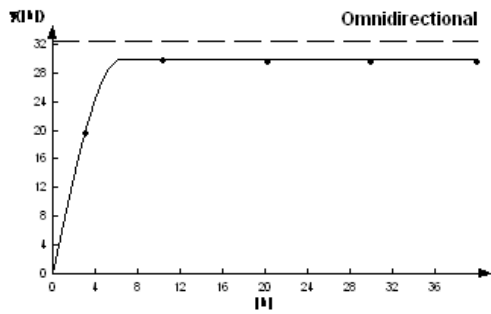




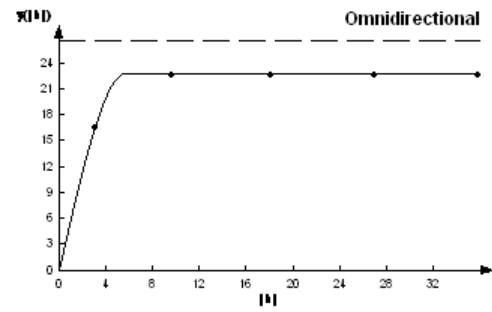
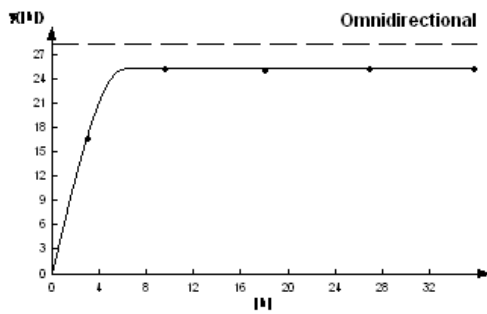
AVELINO 3 - PARCELA 3								
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	5.597	13.584	ESFERICO	0	30.1	6.4	0	ALTA
sep-02	5.341	11.917	ESFERICO	0	26.86	6.48	0	ALTA
oct-01	5.329	11.749	ESFERICO	0	25.45	6.12	0	ALTA
oct-02	5.176	10.908	ESFERICO	0	22.99	5.75	0	ALTA
nov-01	4.832	9.482	ESFERICO	0	19.77	6.84	0	ALTA
nov-02	4.603	8.656	ESFERICO	0	17.75	6.4	0	ALTA
dic -01	4.39	7.959	ESFERICO	0	17.9	8.4	0	ALTA
dic-02	4.161	7.959	ESFERICO	0	16.19	6.8	0	ALTA
ene-01	3.938	6.611	ESFERICO	0	14.59	6.8	0	ALTA
ene-02	3.748	6.148	ESFERICO	0	14.52	9.6	0	ALTA
feb-01	3.594	5.998	ESFERICO	0	13.98	9.1	0	ALTA
feb-02	3.401	5.633	ESFERICO	0	12.1	7.9	0	ALTA
mar-01	0.962	1.217	GAUSSIANO	0	1.67	3.1	0	ALTA
mar-02	1.2	1.161	GAUSSIANO	0	4.56	2.52	0	ALTA
abr-01	3.113	8.698	GAUSSIANO	0	20.03	1.43	0	ALTA
abr-02	4.983	22.864	GAUSSIANO	0	50.51	1.56	0	ALTA
may-01	7.206	42.089	GAUSSIANO	0	104.07	1.69	0	ALTA
may-02	9.049	64.184	GAUSSIANO	0	155.7	1.43	0	ALTA
jun-01	8.688	59.088	GAUSSIANO	0	135.5	1.69	0	ALTA

jun-02	8.178	52.71	GAUSSIANO	0	121.3	2.08	0	ALTA
jul-01	6.763	36.52	GAUSSIANO	0	90.61	1.82	0	ALTA
jul-02	5.478	23.23	GAUSSIANO	0	53.79	1.69	0	ALTA
ago-01	3.745	11.429	GAUSSIANO	0	30	2.94	0	ALTA
ago-02	2.525	5.298	GAUSSIANO	0	14.14	5.76	0	ALTA

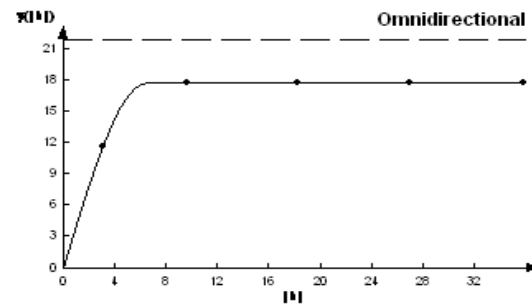
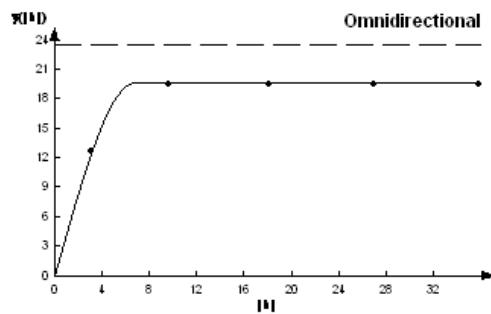
Septiembre 2019



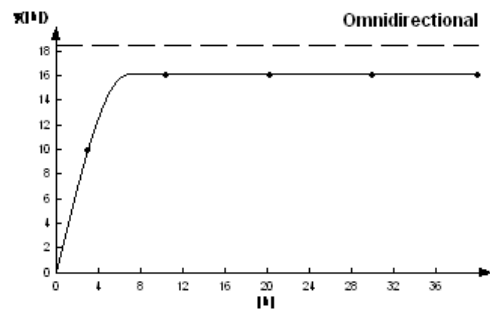
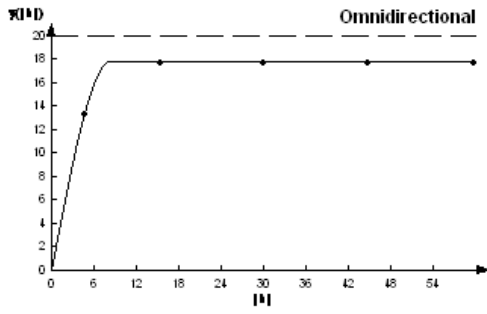
Octubre 2019



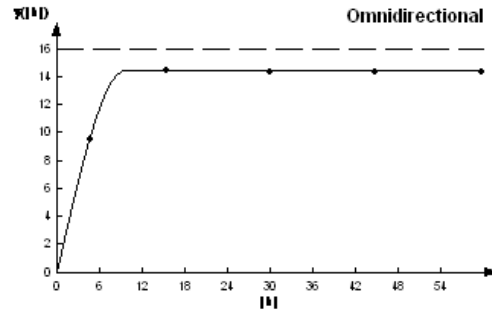
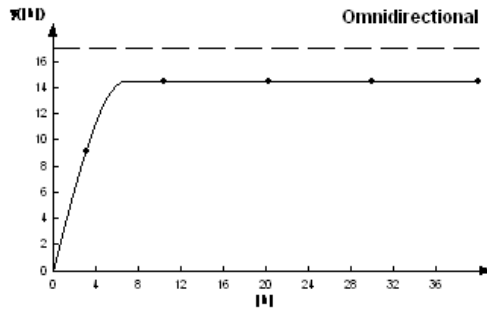
Noviembre 2019



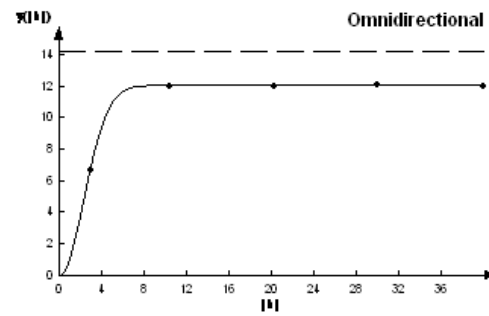
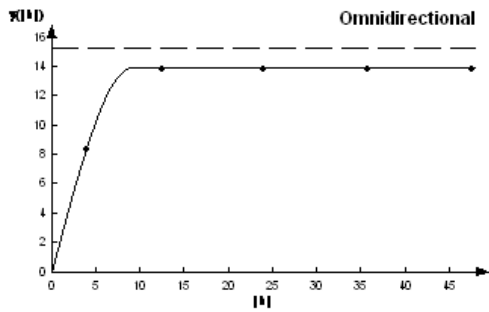
Diciembre 2019



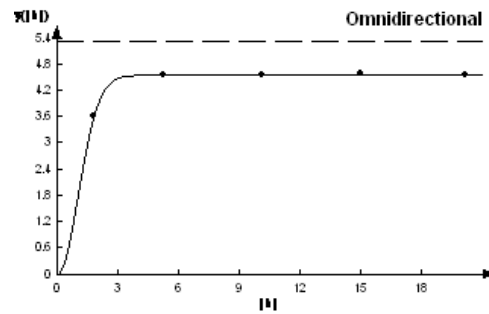
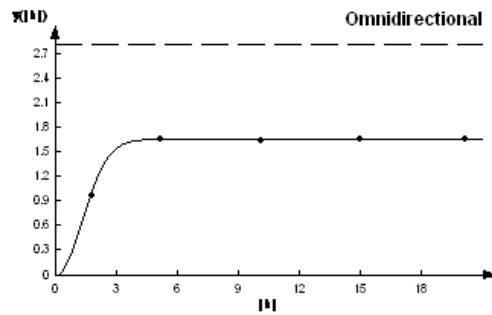
Enero 2020



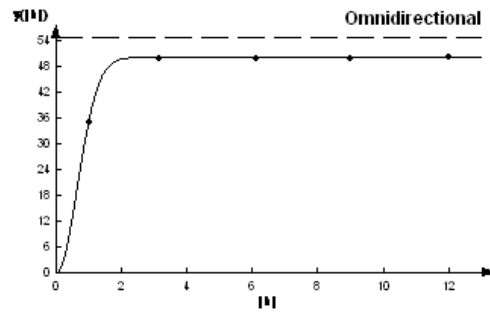
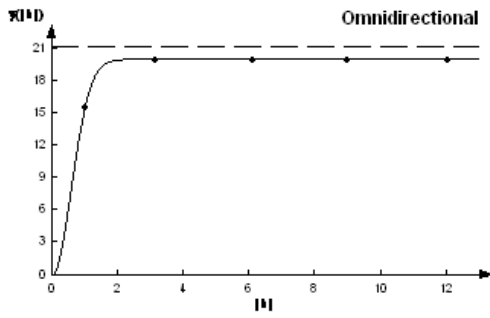
Febrero 2020



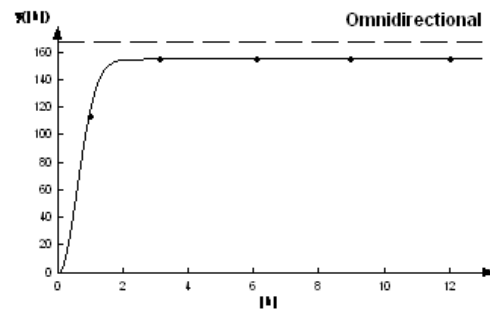
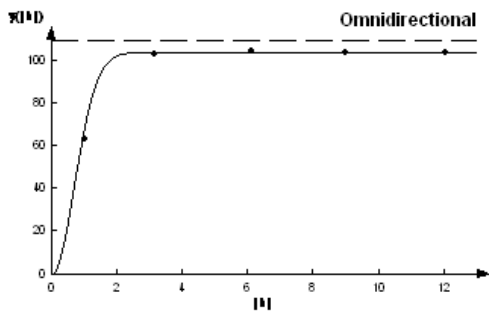
Marzo 2020



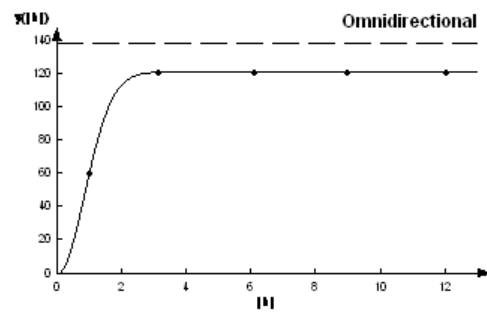
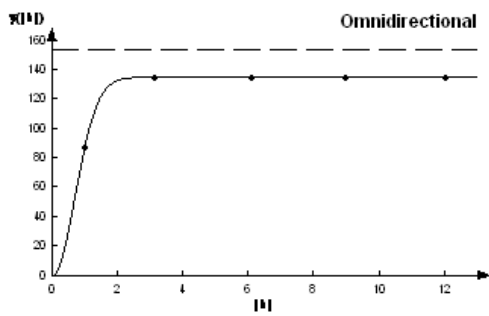
Abril 2020



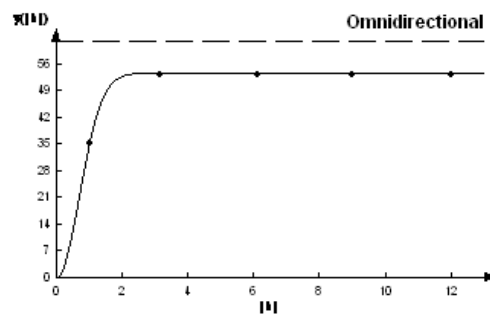
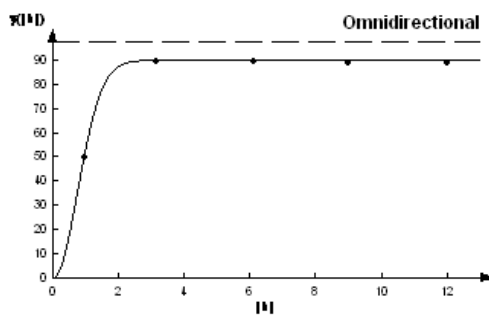
Mayo 2020



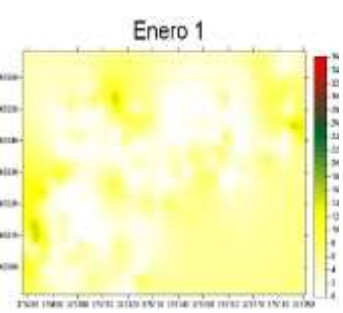
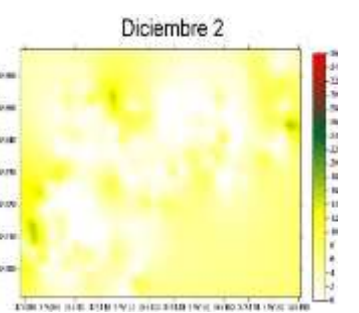
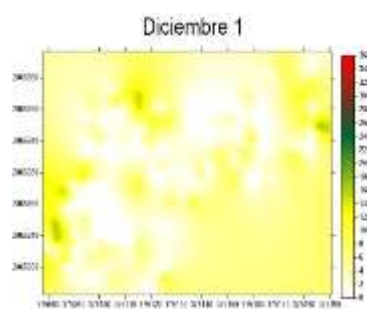
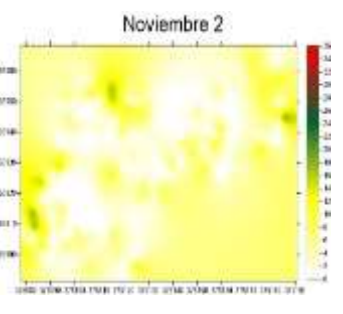
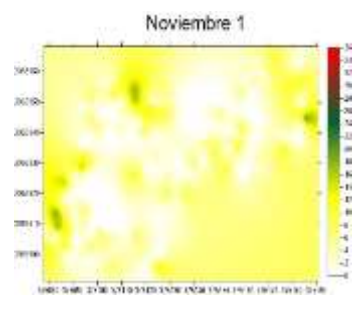
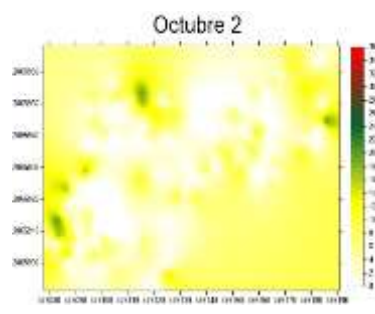
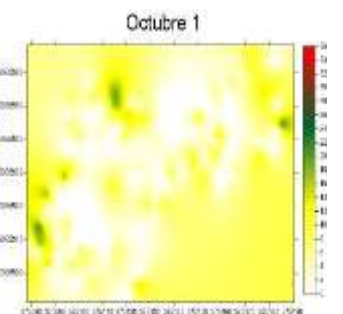
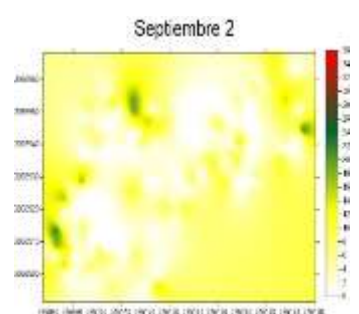
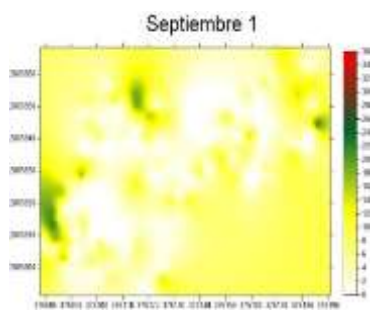
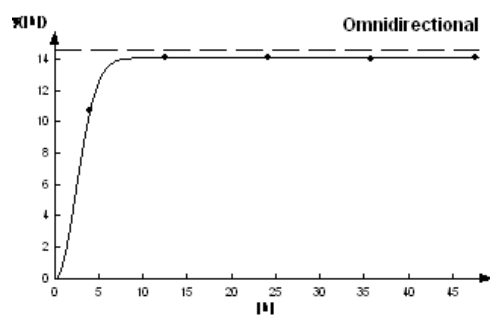
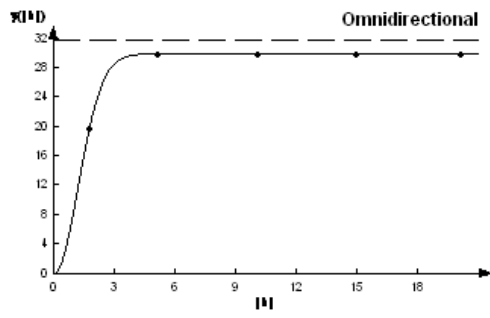
Junio 2020

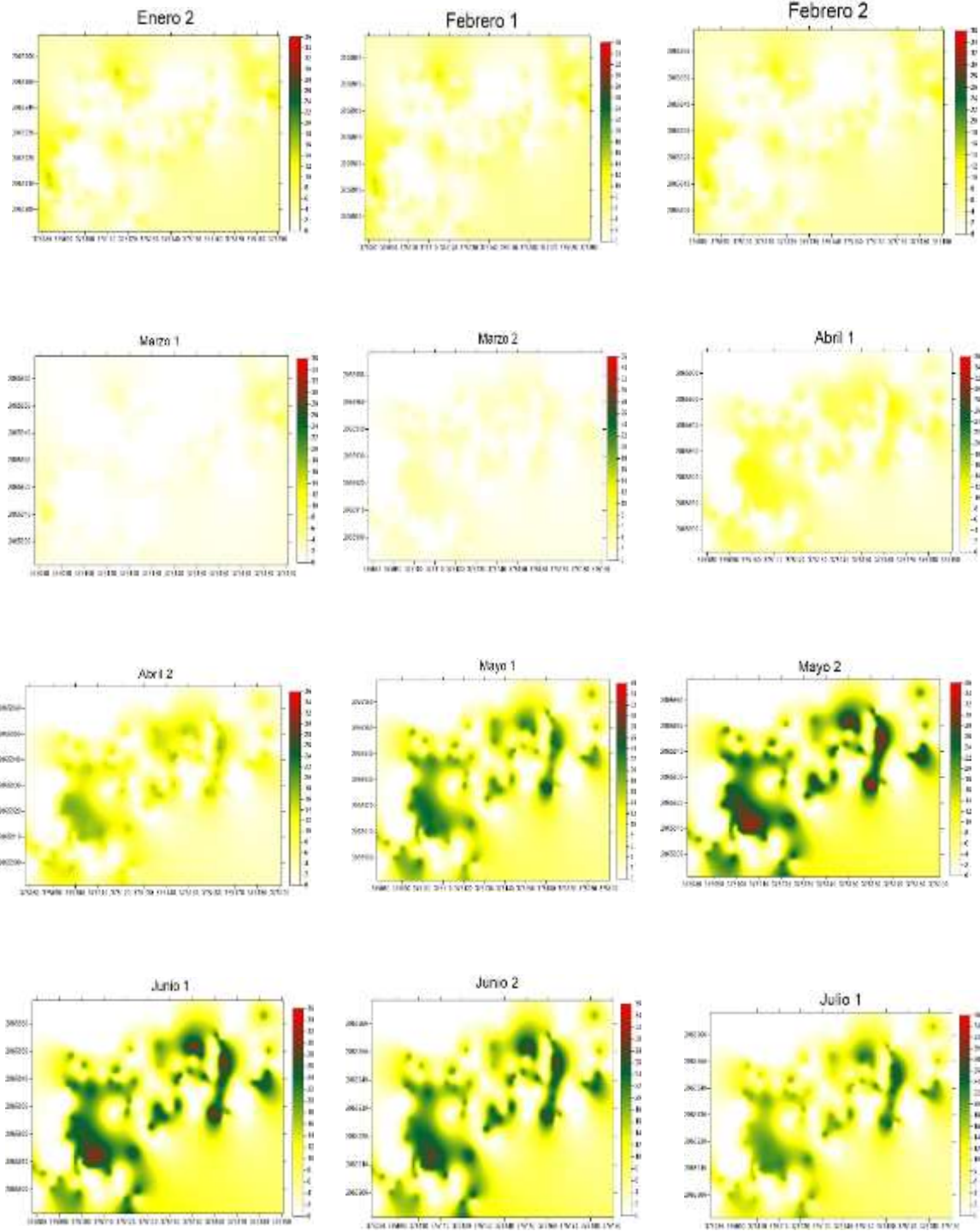


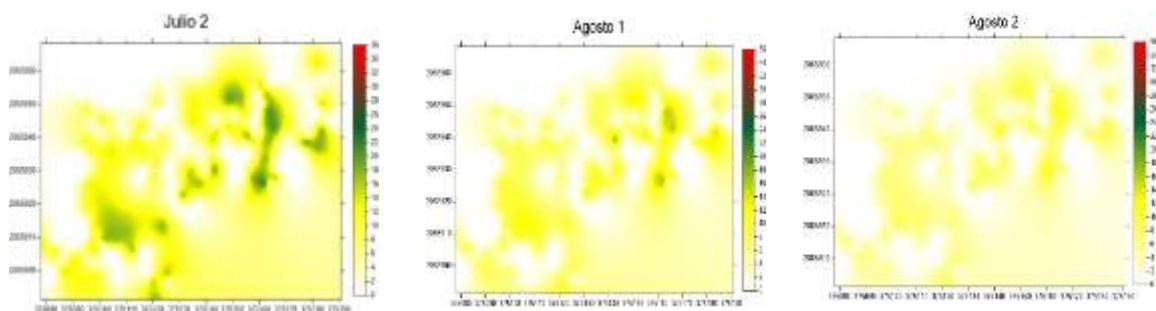
Julio 2020



Agosto 2020



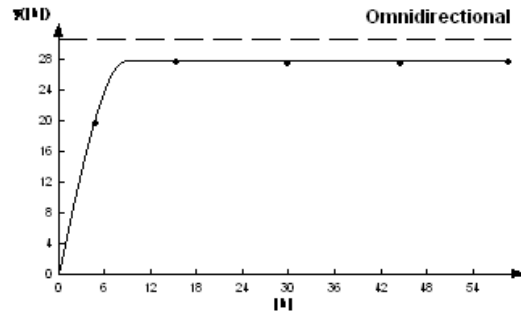
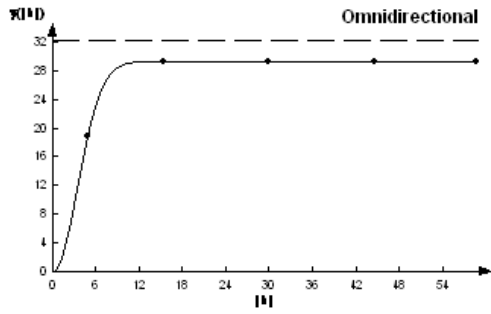




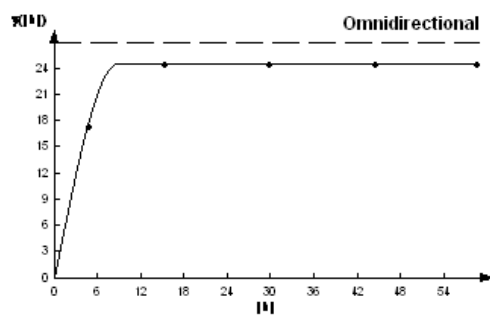
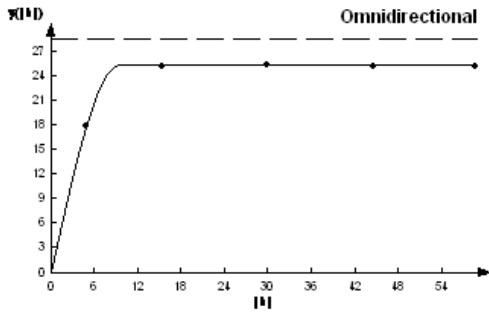
HIJO DE AVELINO - PARCELA 4

	MEDIA	VARIANZ A	MODELO	PEPITA	MESET A	RANGO	PEPITA/ MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
MUESTREO								
sep-01	6.02	13.61	GAUSSIANO	0	29.52	8.2	0	ALTA
sep-02	5.859	13.176	ESFERICO	0	27.9	8.85	0	ALTA
oct-01	5.731	12.784	ESFERICO	0	25.47	9.4	0	ALTA
oct-02	5.633	12.456	ESFERICO	0	24.69	8.85	0	ALTA
nov-01	5.44	11.945	ESFERICO	0	22.99	8.85	0	ALTA
nov-02	5.261	11.38	ESFERICO	0	21.82	8.85	0	ALTA
dic-01	5.039	10.788	ESFERICO	0	19.88	8.85	0	ALTA
dic-02	4.837	9.996	ESFERICO	0	18.88	9.4	0	ALTA
ene-01	4.691	9.713	GAUSSIANO	0	17.66	7.08	0	ALTA
ene-02	4.552	9.443	ESFERICO	0	16.86	9.4	0	ALTA
feb-01	4.288	8.294	ESFERICO	0	15.41	8.26	0	ALTA
feb-02	4.102	8.107	ESFERICO	0	14.48	9.44	0	ALTA
mar-01	1.614	3.532	GAUSSIANO	0	4.08	2.52	0	ALTA
mar-02	0.415	0.552	GAUSSIANO	0	0.55	2.94	0	ALTA
abr-01	2.771	3.189	GAUSSIANO	0	5.5	1.56	0	ALTA
abr-02	4.948	10.456	GAUSSIANO	0	24.49	1.56	0	ALTA
may-01	8.299	28.88	GAUSSIANO	0	68.92	1.3	0	ALTA
may-02	10.148	41.675	GAUSSIANO	0	106.8	3.15	0	ALTA
jun-01	9.43	35.616	GAUSSIANO	0	92.51	2.94	0	ALTA
jun-02	8.087	26.154	GAUSSIANO	0	67.68	1.56	0	ALTA
jul-01	6.496	16.779	GAUSSIANO	0	44.4	1.56	0	ALTA
jul-02	5.397	11.924	GAUSSIANO	0	29.95	1.43	0	ALTA
ago-01	4.358	7.988	GAUSSIANO	0	18.06	1.56	0	ALTA
ago-02	3.441	5.1	GAUSSIANO	0	9.89	2.94	0	ALTA

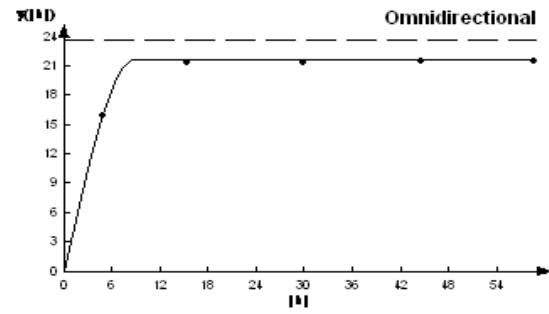
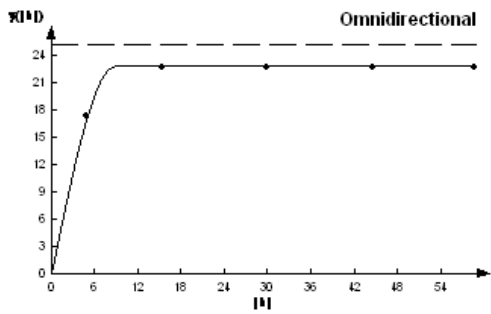
Septiembre 2019



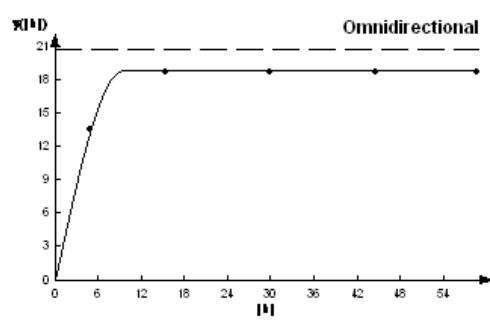
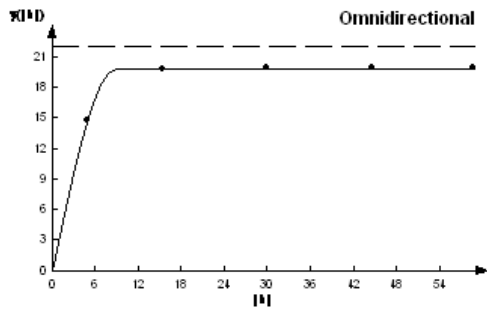
Octubre 2019



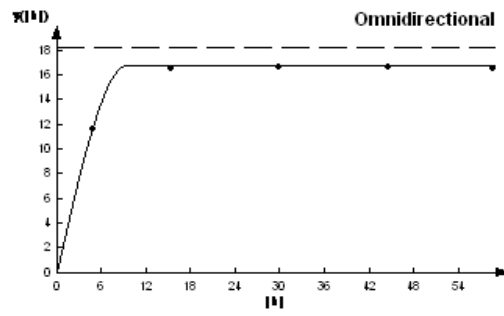
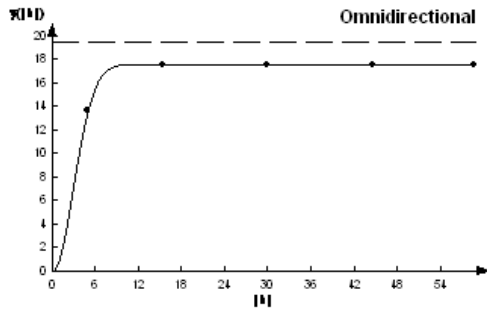
Noviembre 2019



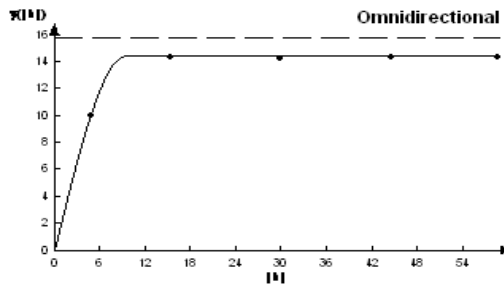
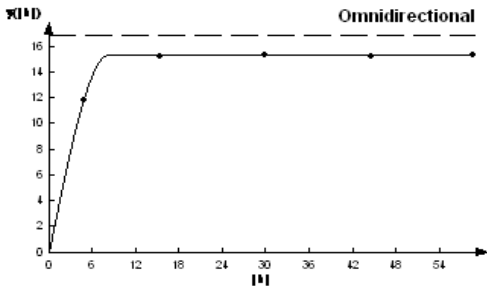
Diciembre 2019



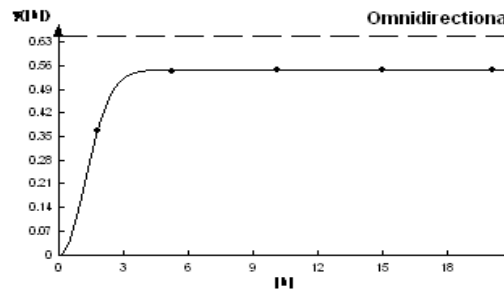
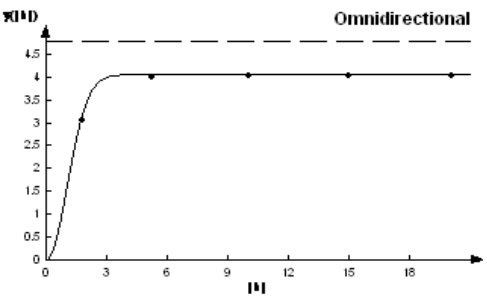
Enero 2020



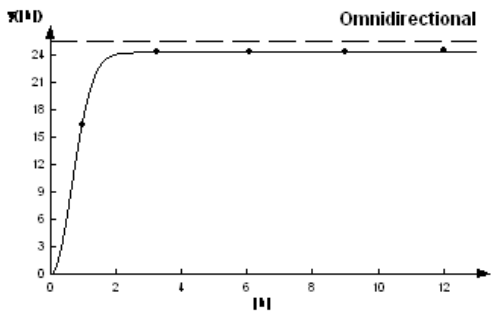
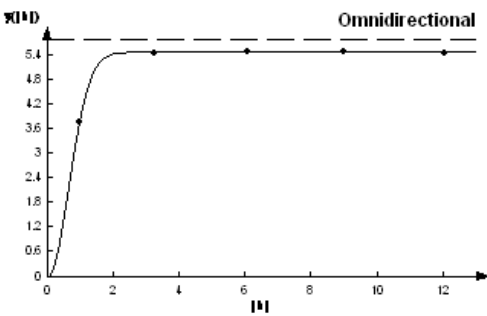
Febrero 2020



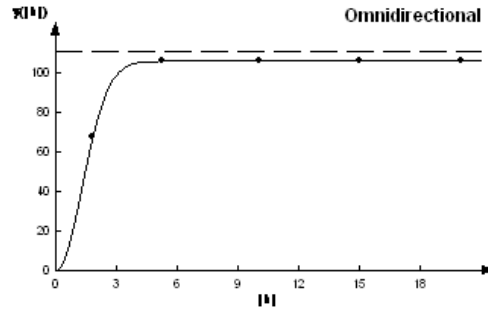
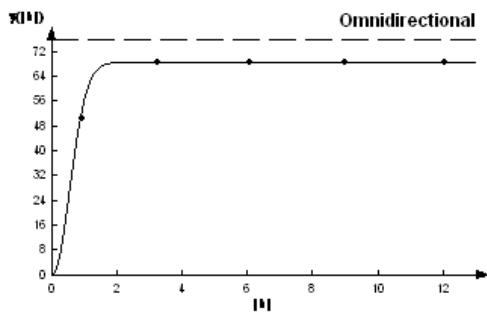
Marzo 2020



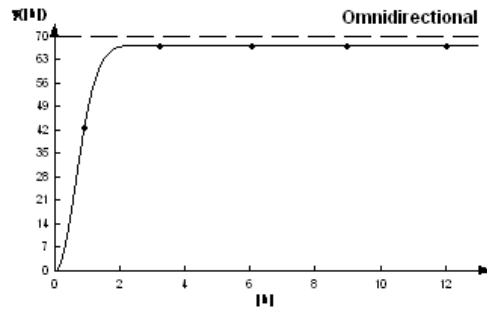
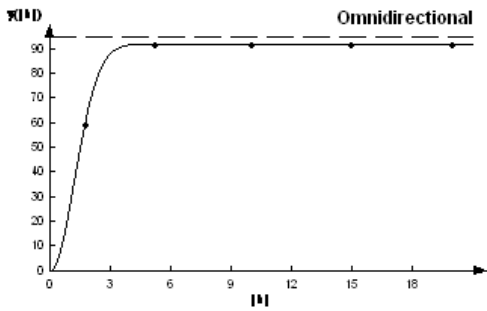
Abril 2020



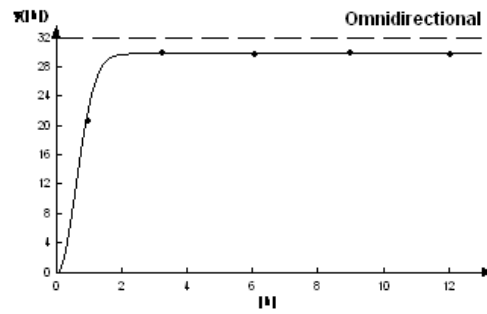
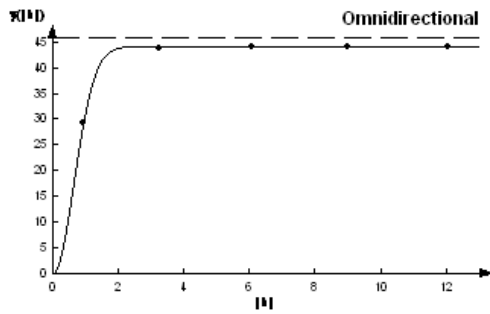
Mayo 2020



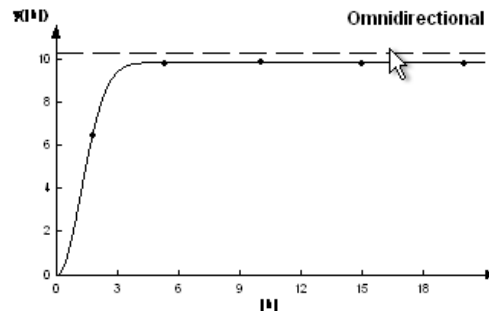
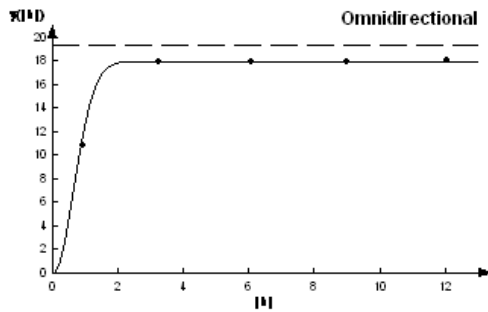
Junio 2020

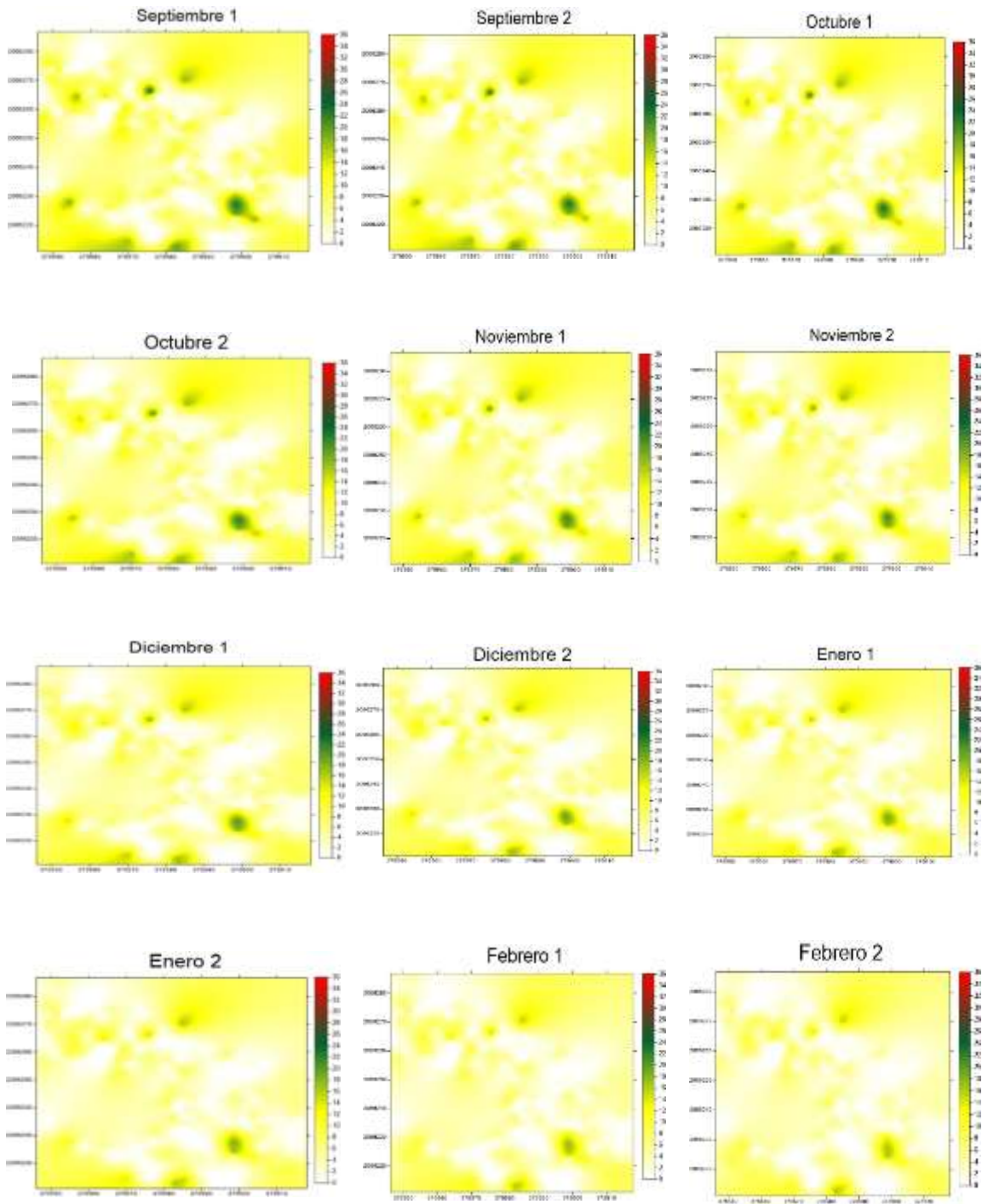


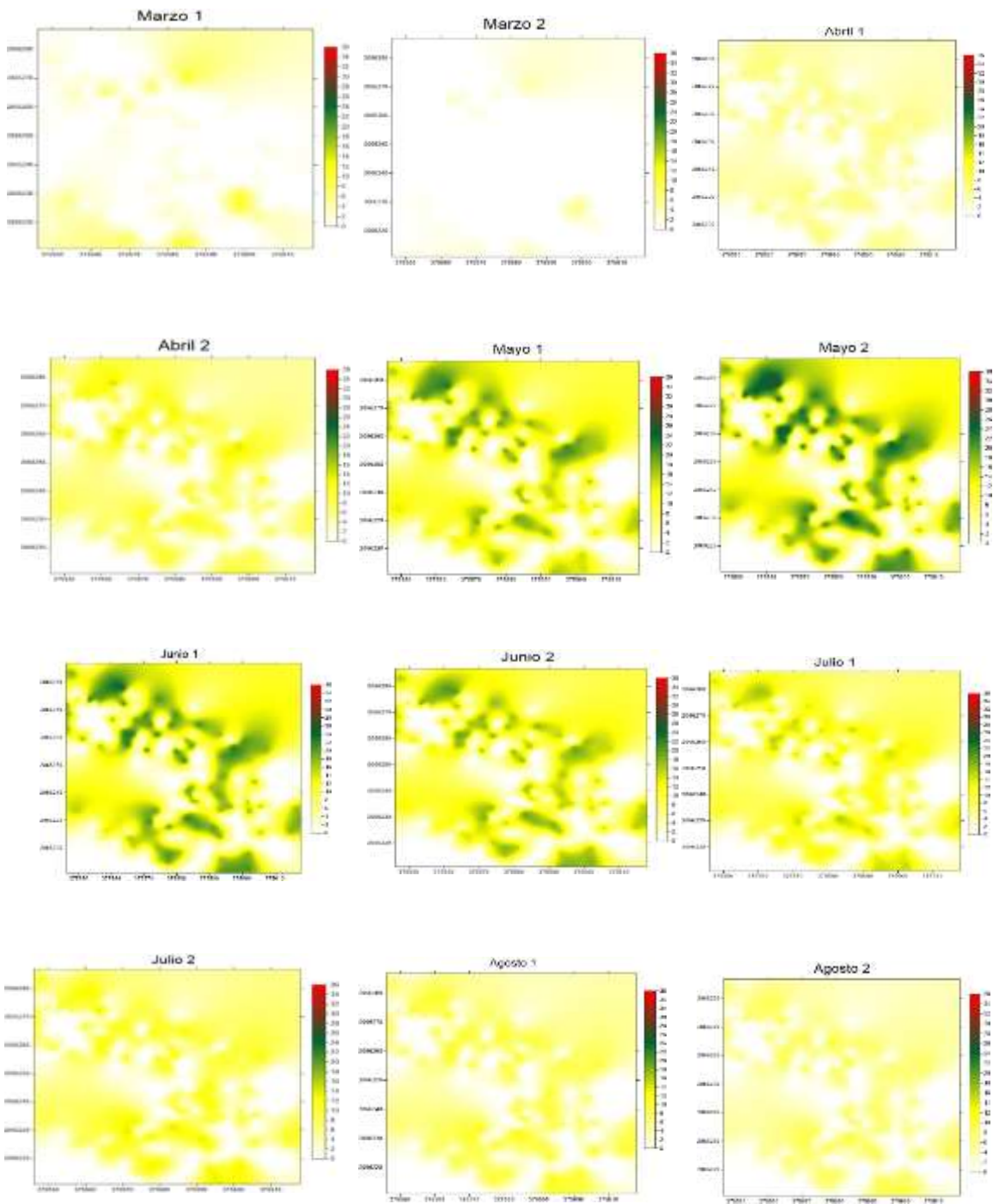
Julio 2020



Agosto 2020



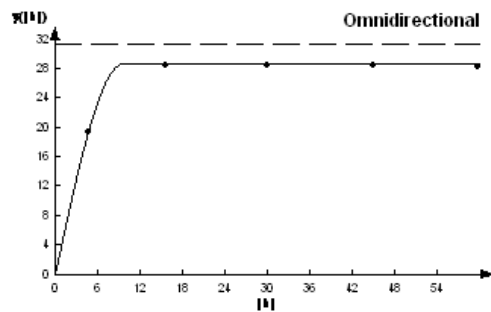
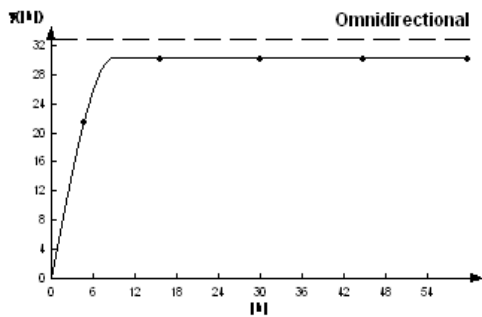




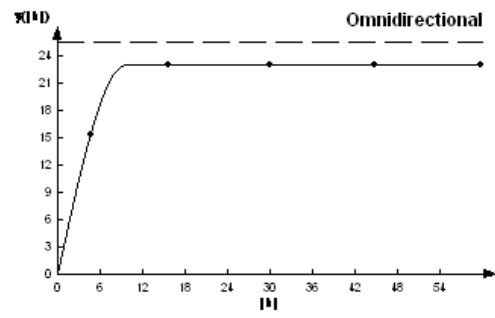
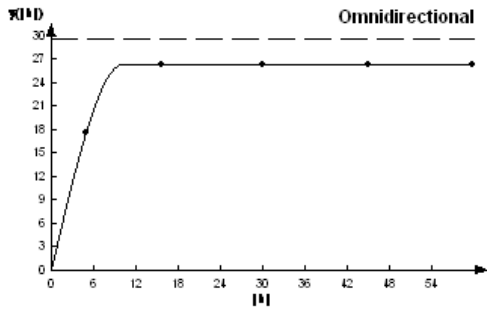
OTHON - PARCELA 5								
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	5.1	19.16	ESFERICO	0	30.56	9	0	ALTA
sep-02	4.87	18.38	ESFERICO	0	28.8	9.6	0	ALTA
oct-01	4.76	16.74	ESFERICO	0	26.49	10.2	0	ALTA

oct-02	4.71	16.33	ESFERICO	0	23.19	9.6	0	ALTA
nov-01	4.64	15.27	ESFERICO	0	24.71	10.8	0	ALTA
nov-02	4.57	14.64	ESFERICO	0	23.36	10.2	0	ALTA
dic-01	4.46	13.71	ESFERICO	0	21.92	9.6	0	ALTA
dic-02	4.35	12.37	ESFERICO	0	20.66	9	0	ALTA
ene-01	4.22	11.29	ESFERICO	0	19.17	7.35	0	ALTA
ene-02	4.17	10.88	ESFERICO	0	17.89	8.4	0	ALTA
feb-01	3.99	10.01	ESFERICO	0	16.67	9.5	0	ALTA
feb-02	3.84	9.53	ESFERICO	0	15.52	10.2	0	ALTA
mar-01	1.727	4.324	GAUSSIANO	0	3.65	3	0	ALTA
mar-02	0.439	1.193	GAUSSIANO	0	0.5	3.4	0	ALTA
abr-01	1.37	1.229	GAUSSIANO	0	4.15	1.43	0	ALTA
abr-02	2.712	4.582	GAUSSIANO	0	15.45	1.56	0	ALTA
may-01	4.325	11.262	GAUSSIANO	0	37.02	2.6	0	ALTA
may-02	6.066	21.83	GAUSSIANO	0	72.61	2.6	0	ALTA
jun-01	9.43	35.616	GAUSSIANO	0	62.82	2.2	0	ALTA
jun-02	5.303	15.831	GAUSSIANO	0	54.92	2.2	0	ALTA
jul-01	4.734	13.079	GAUSSIANO	0	16.6	7.8	0	ALTA
jul-02	4.47	11.354	GAUSSIANO	0	41.7	2.2	0	ALTA
ago-01	3.462	6.846	GAUSSIANO	0	24.84	1.56	0	ALTA
ago-02	2.611	3.989	GAUSSIANO	0	14.16	1.56	0	ALTA

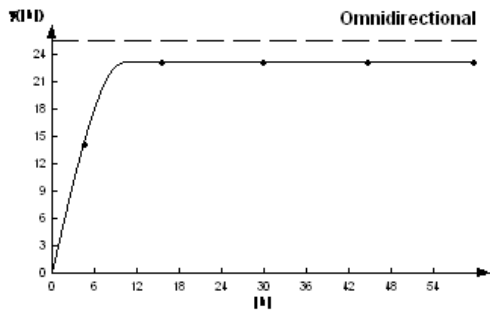
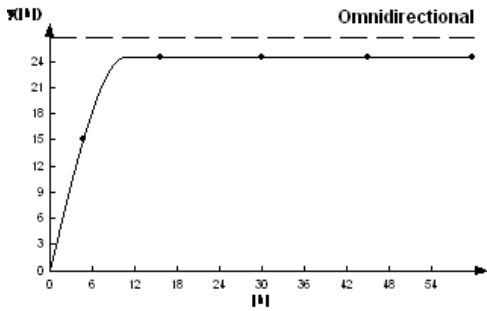
Septiembre 2019



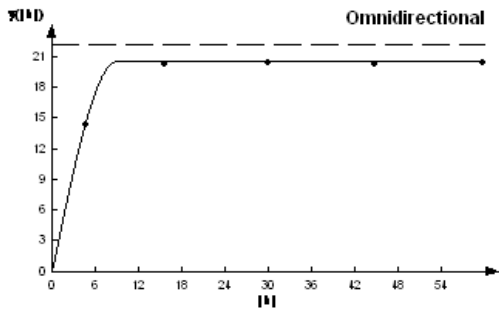
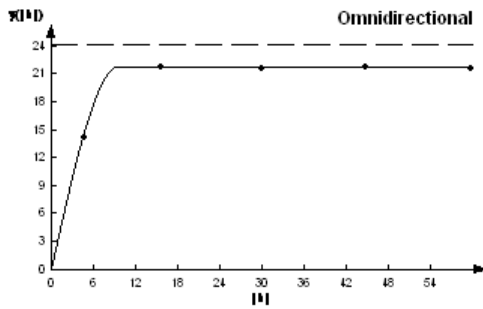
Octubre 2019



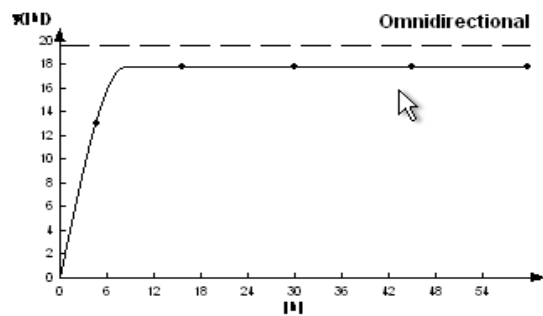
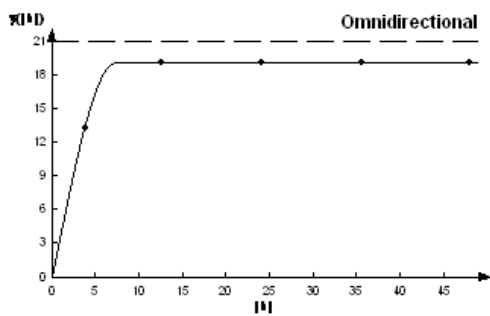
Noviembre 2019



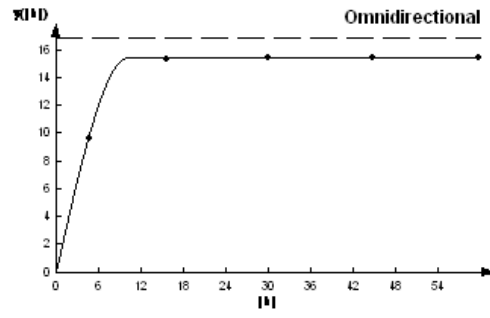
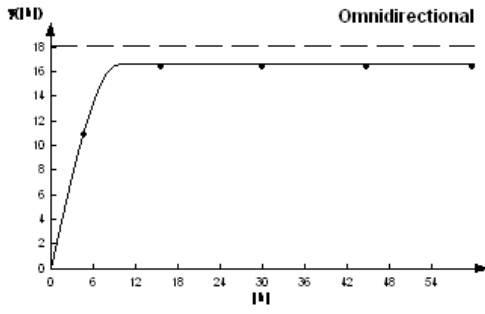
Diciembre 2019



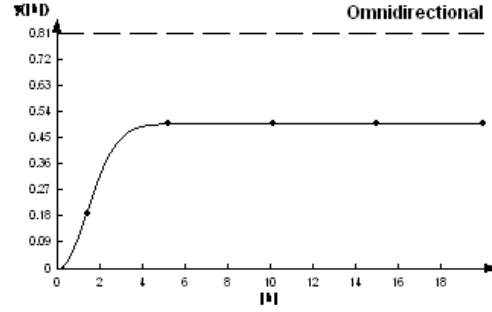
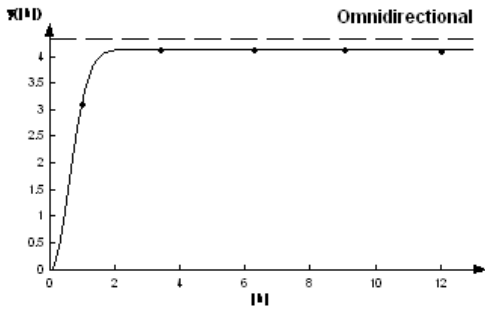
Enero 2020



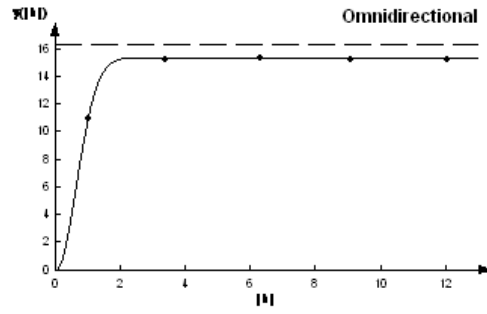
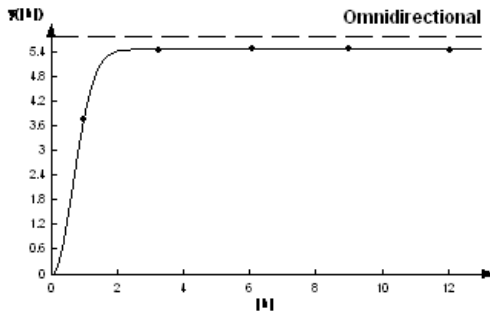
Febrero 2020



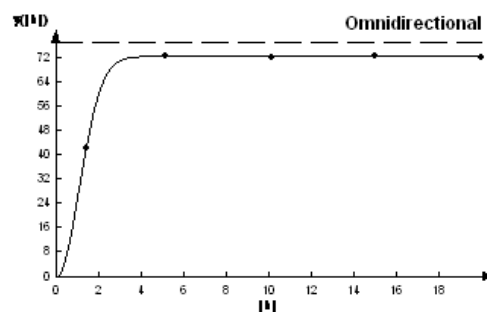
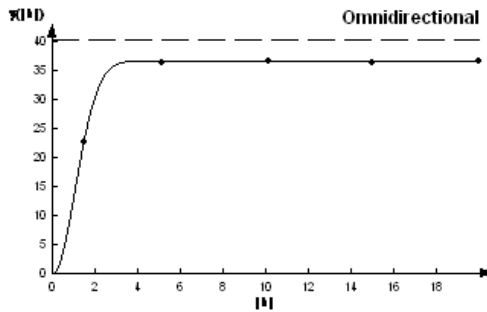
Marzo 2020



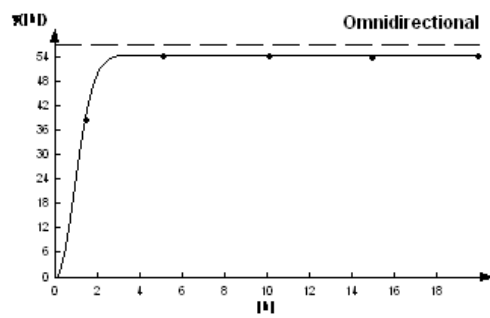
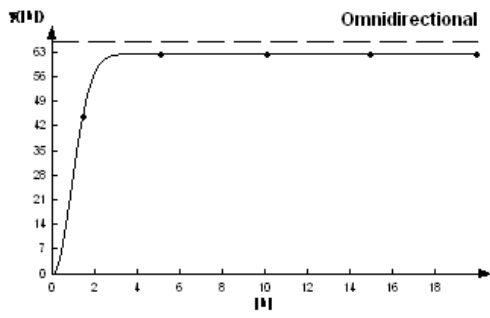
Abril 2020



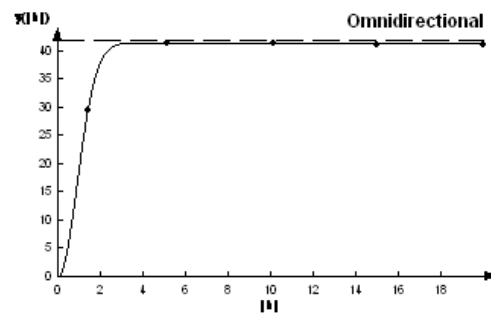
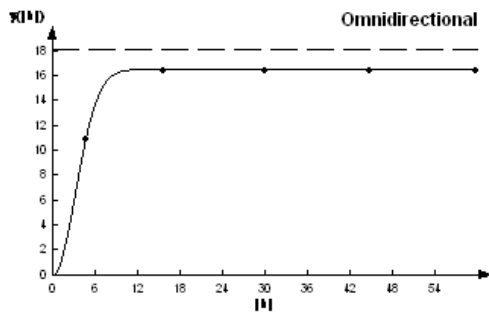
Mayo 2020



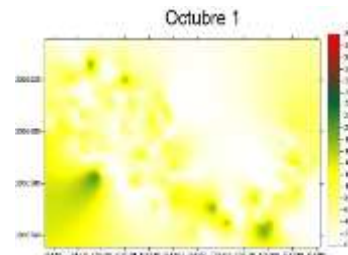
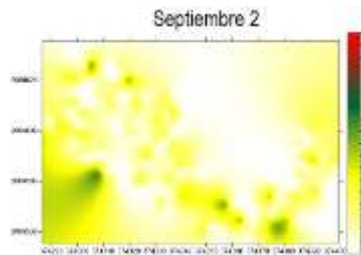
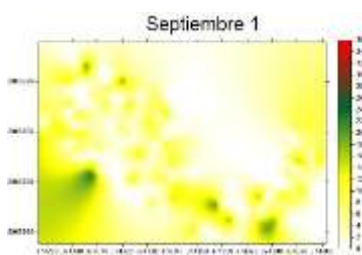
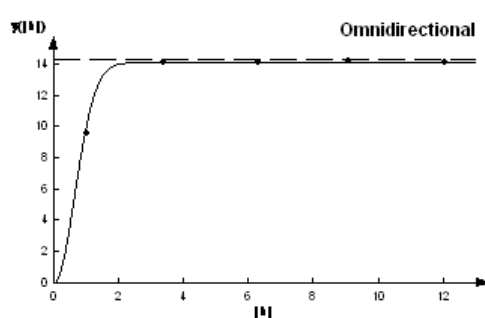
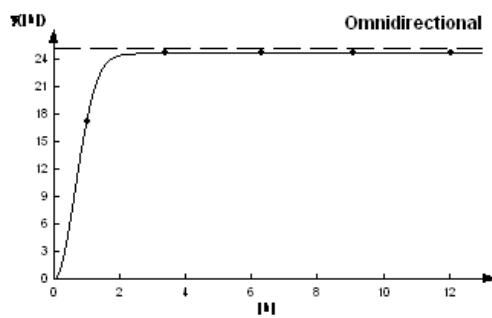
Junio 2020

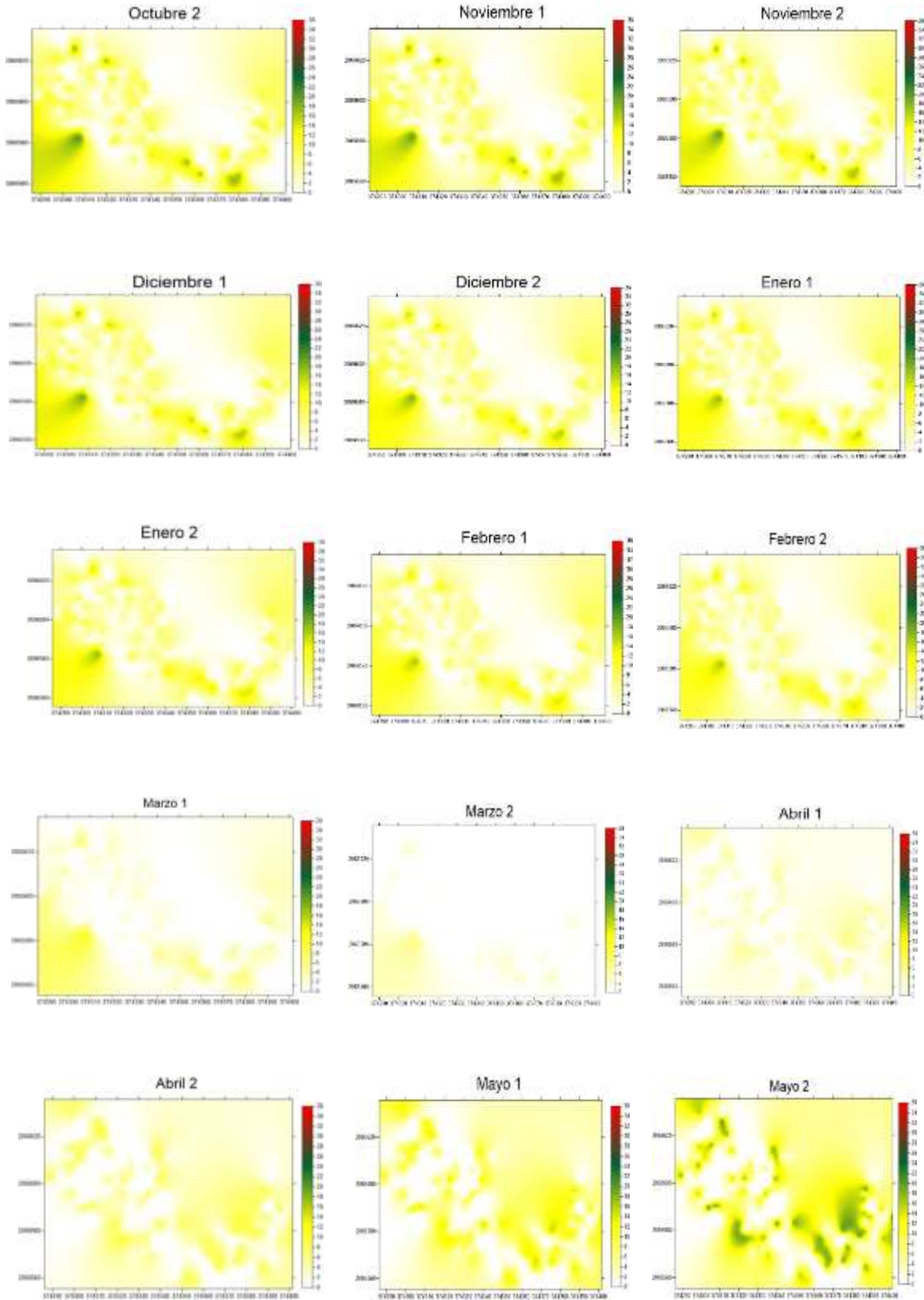


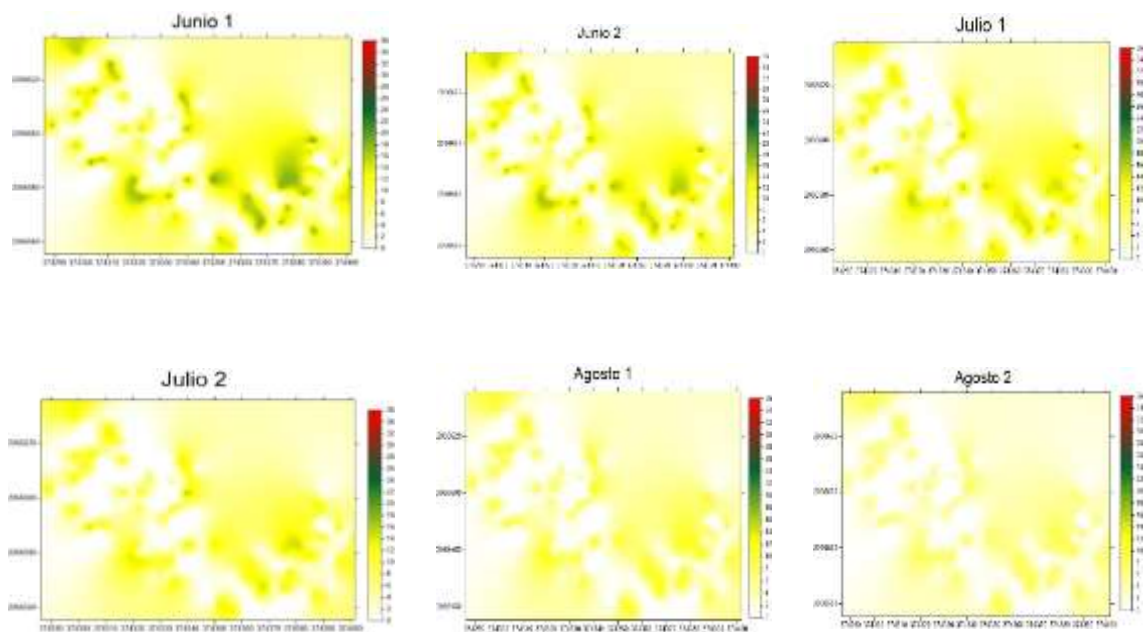
Julio 2020



Agosto 2020



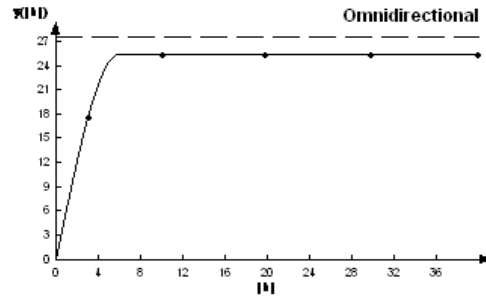
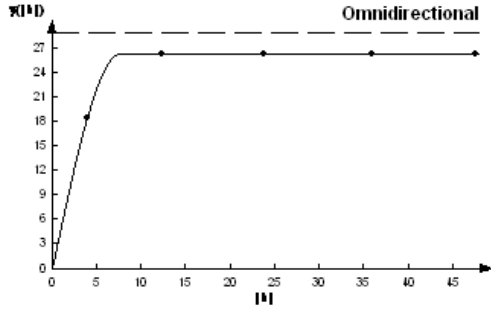




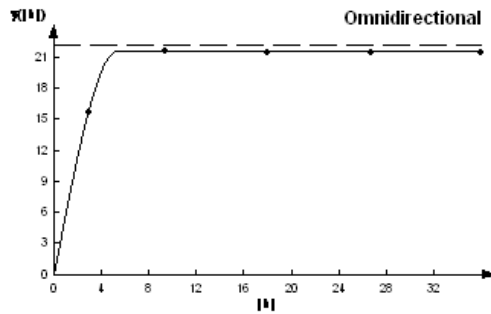
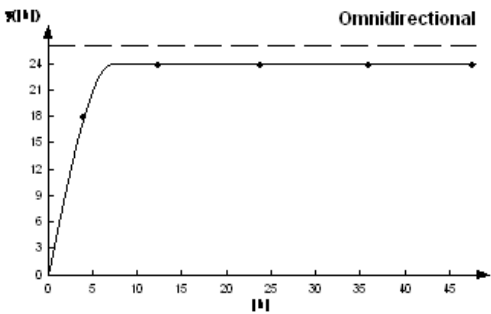
VT - PARCELA 6								
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	3.14	13.37	ESFERICO	0	26.5	7.68	0	ALTA
sep-02	3.09	12.78	ESFERICO	0	25.63	6	0	ALTA
oct-01	3.07	12.45	ESFERICO	0	24.09	7.2	0	ALTA
oct-02	2.93	12.06	ESFERICO	0	21.77	5.4	0	ALTA
nov-01	2.76	11.72	ESFERICO	0	21.78	6.72	0	ALTA
nov-02	2.65	10.62	ESFERICO	0	20.47	6.3	0	ALTA
dic-01	2.56	9.64	ESFERICO	0	19.02	6.4	0	ALTA
dic-02	2.54	8.84	ESFERICO	0	17.98	9	0	ALTA
ene-01	2.52	8.24	ESFERICO	0	17.31	8.1	0	ALTA
ene-02	2.49	7.91	ESFERICO	0	16.6	7.2	0	ALTA
feb-01	2.39	7.51	ESFERICO	0	15.96	7.68	0	ALTA
feb-02	2.37	6.98	ESFERICO	0	14.65	5.7	0	ALTA
mar-01	0.482	1.86	ESFERICO	0	5.4	3.6	0	ALTA
mar-02	0.661	0.415	ESFERICO	0	1.39	2.47	0	ALTA
abr-01	2.031	2.838	ESFERICO	0	4.48	1.95	0	ALTA
abr-02	3.632	9.478	ESFERICO	0	14	3.8	0	ALTA
may-01	5.338	21.127	ESFERICO	0	27.87	1.82	0	ALTA
may-02	7.623	45.298	ESFERICO	0	52.58	1.56	0	ALTA
jun-01	6.591	34.587	ESFERICO	0	39.45	3	0	ALTA
jun-02	5.304	22.852	ESFERICO	0	26.51	1.82	0	ALTA
jul-01	4.562	16.079	ESFERICO	0	12.54	3.2	0	ALTA

jul-02	3.826	11.385	ESFERICO	0	9.64	3.4	0	ALTA
ago-01	3.366	9.084	ESFERICO	0	8.5	3	0	ALTA
ago-02	2.613	6.399	ESFERICO	0	4.78	3.2	0	ALTA

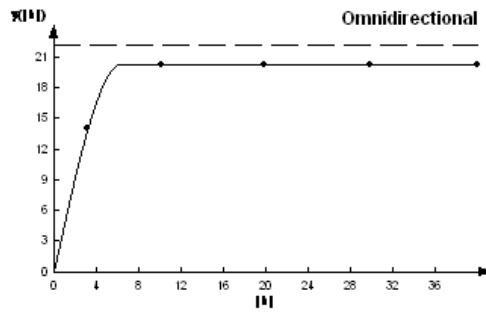
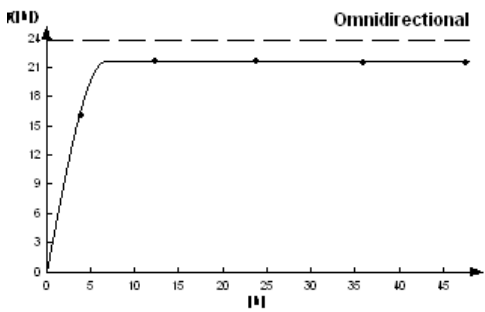
Septiembre 2019



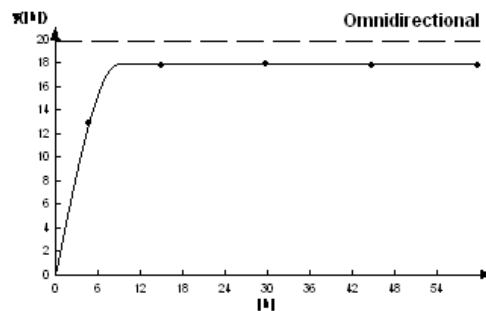
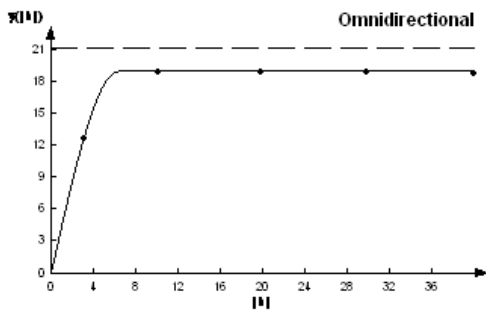
Octubre 2019



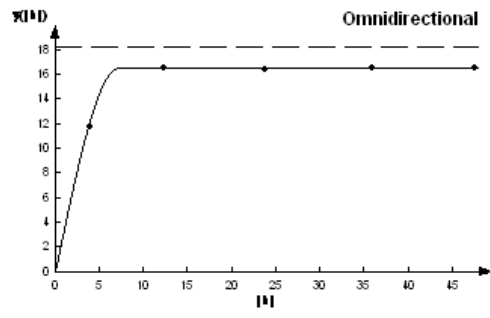
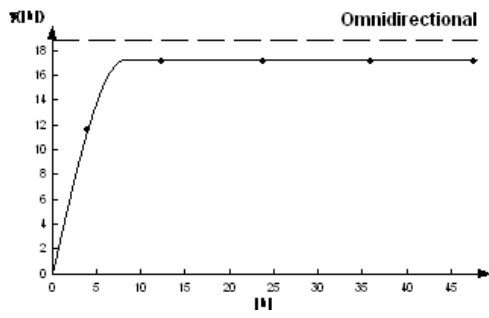
Noviembre 2019



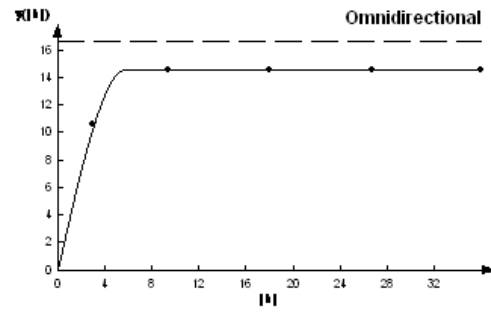
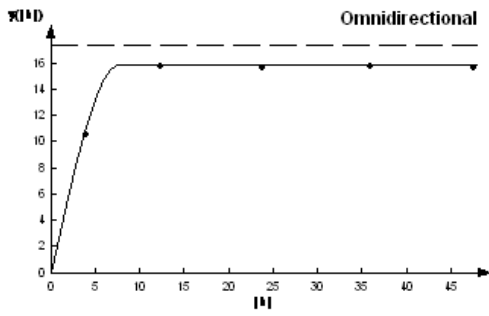
Diciembre 2019



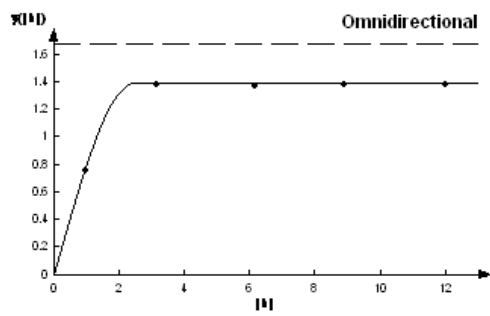
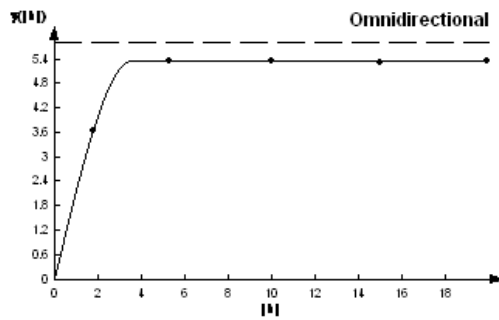
Enero 2020



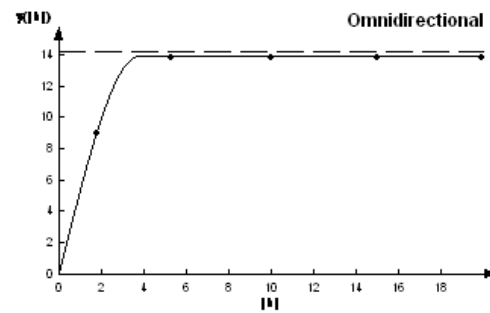
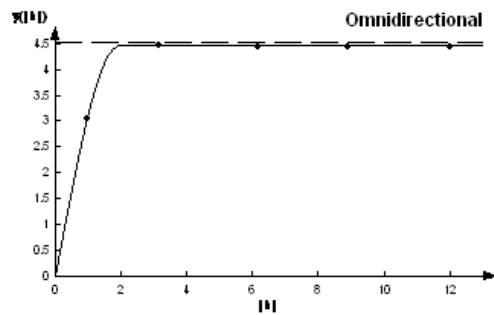
Febrero 2020



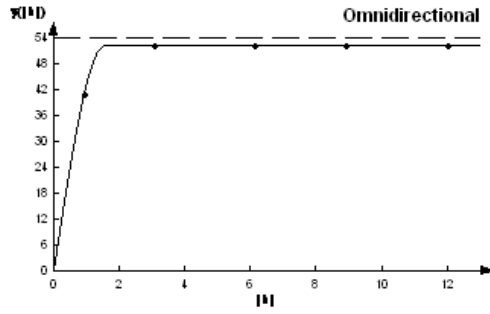
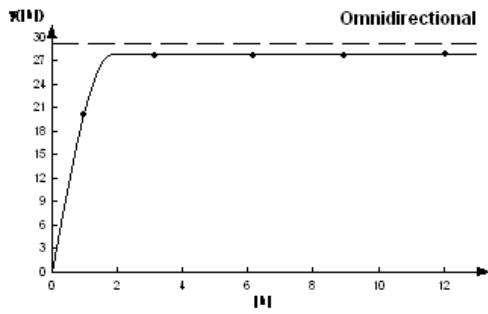
Marzo 2020



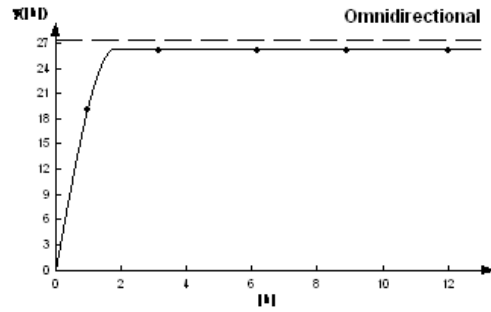
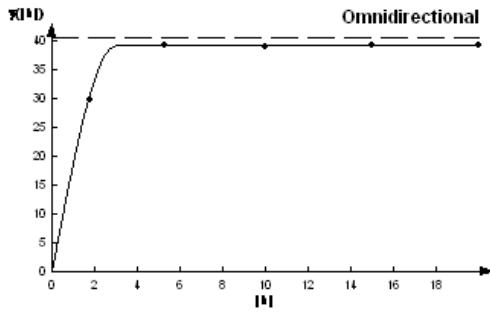
Abril 2020



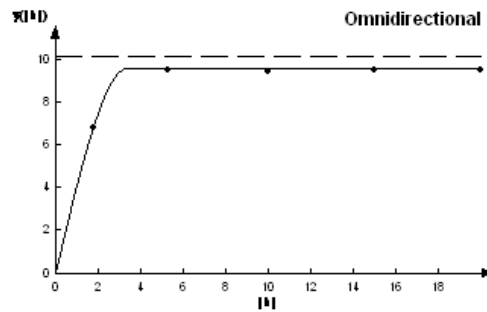
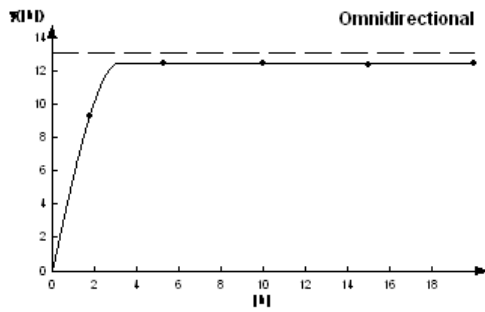
Mayo 2020



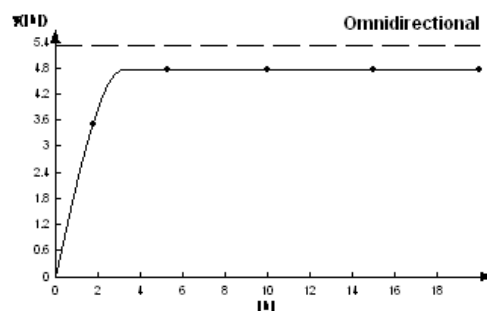
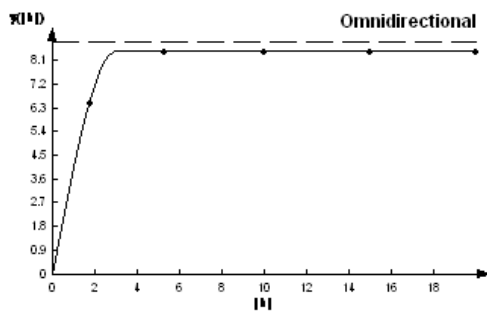
Junio 2020

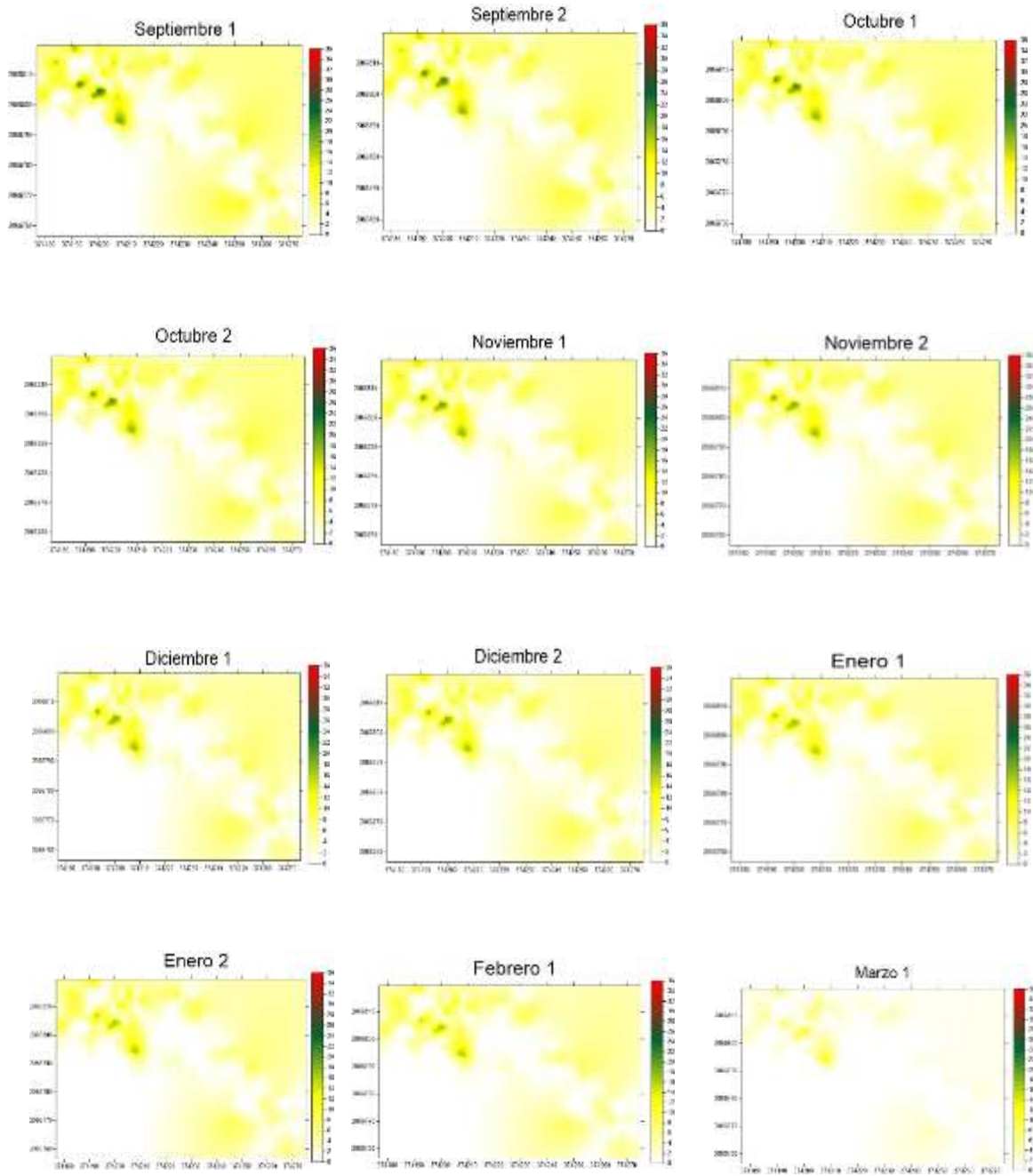


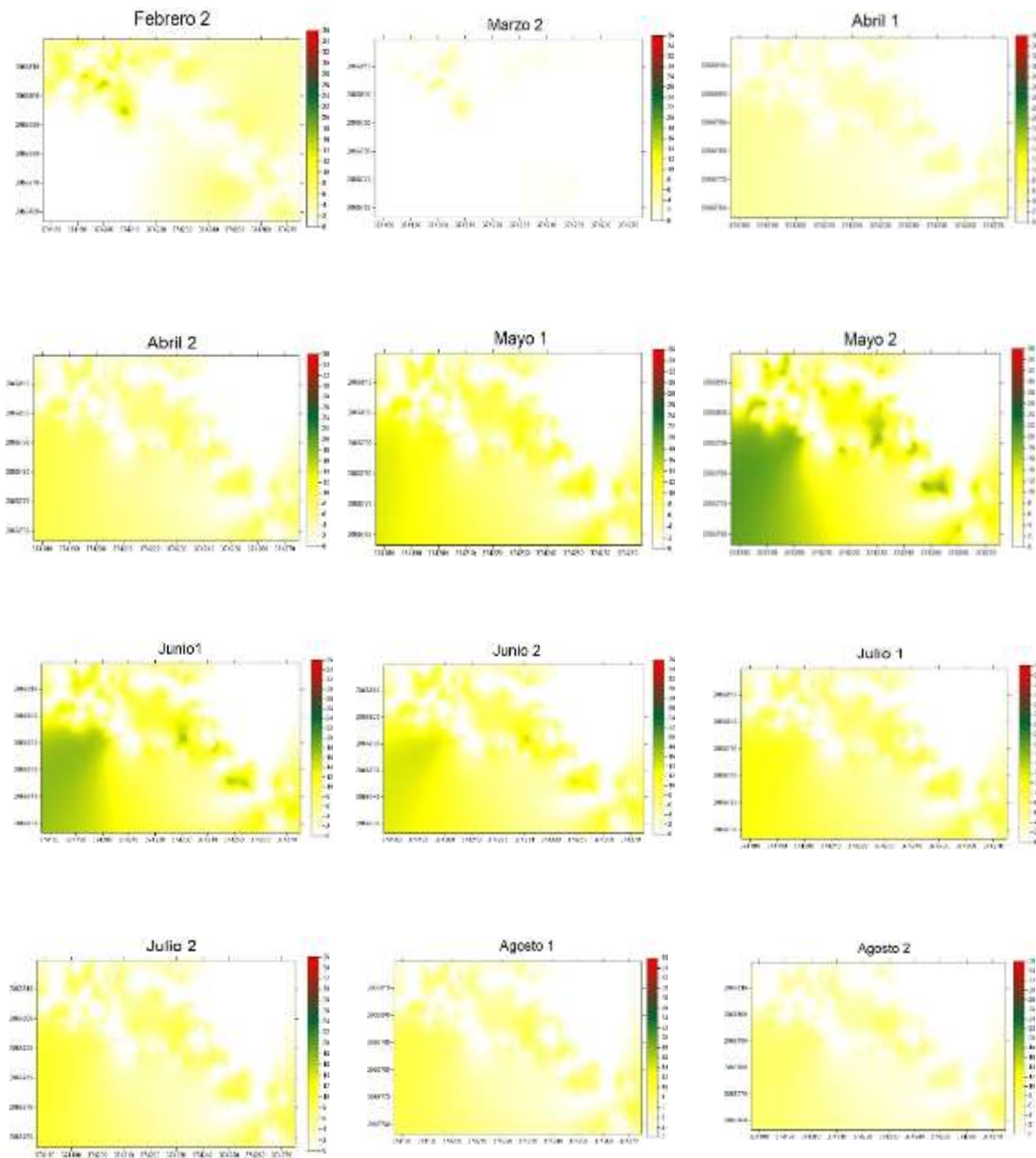
Julio 2020



Agosto 2020







Cuadro 5. Superficie Infestada Amatepec

	Parcela 1		Parcela 2		Parcela 3	
MUESTREO	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %
sep-01	64	36	68	32	70	30

sep-02	64	36	68	32	70	30
oct-01	63	37	67	33	69	31
oct-02	63	37	66	34	69	31
nov-01	62	38	66	34	68	32
nov-02	61	39	65	35	68	32
dic-01	61	39	65	35	68	32
dic-02	61	39	64	36	68	32
ene-01	60	40	63	37	67	33
ene-02	60	40	63	37	67	33
feb-01	60	40	63	37	66	34
feb-02	60	40	62	38	65	35
mar-01	82	18	87	13	23	77
mar-02	81	19	89	11	25	75
abr-01	80	20	86	14	41	59
abr-02	78	22	85	15	43	57
may-01	77	23	87	13	48	52
may-02	76	24	87	13	49	51
jun-01	76	24	85	15	52	48
jun-02	75	25	84	16	52	48
jul-01	75	25	88	18	51	49
jul-02	74	26	81	19	51	49
ago-01	73	27	80	20	52	48
ago-02	72	28	78	22	52	48

MUESTREO	Parcela 4		Parcela 5		Parcela 6	
	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %
sep-01	76	24	82	18	59	41
sep-02	76	24	82	18	59	41
oct-01	75	25	81	19	58	42
oct-02	75	25	80	20	57	43
nov-01	75	25	80	20	56	44
nov-02	74	26	80	20	56	44
dic-01	74	26	80	20	56	44
dic-02	74	26	79	21	55	45
ene-01	74	26	79	21	55	45

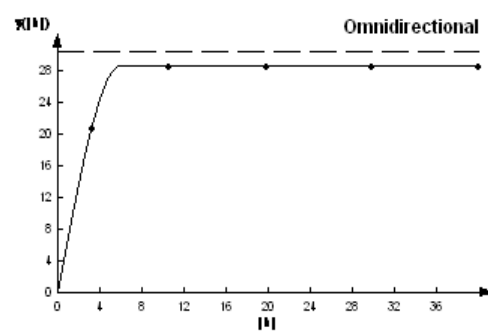
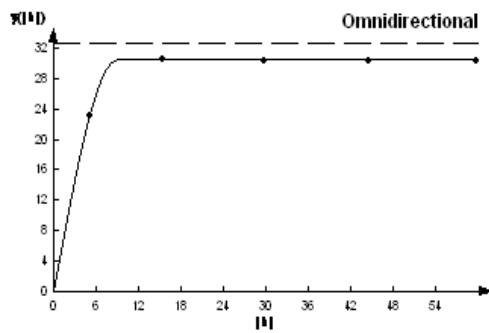
ene-02	74	26	79	21	55	45
feb-01	73	27	79	21	54	46
feb-02	73	27	78	22	54	46
mar-01	23	77	30	70	18	82
mar-02	21	79	27	73	15	85
abr-01	53	47	32	68	29	71
abr-02	55	45	37	63	35	65
may-01	57	43	49	51	38	62
may-02	57	43	50	50	40	60
jun-01	58	42	52	48	43	57
jun-02	59	41	53	47	44	56
jul-01	60	40	55	45	48	52
jul-02	60	40	55	45	51	49
ago-01	62	38	56	44	53	47
ago-02	64	36	57	43	55	45

Cuadro 6. Parámetros (efecto pepita, rango, media, varianza, pepita/meseta y nivel de dependencia espacial) de los modelos ajustados a los semivariogramas, semivariogramas y mapas de Minador de la Hoja en Café en Sultepec 2019- 2020.

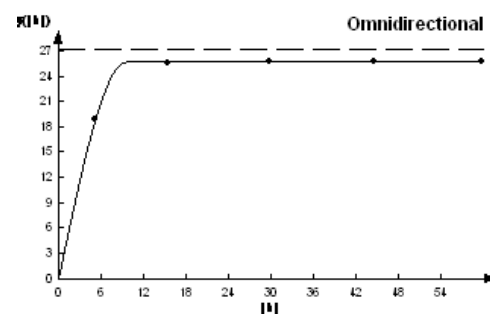
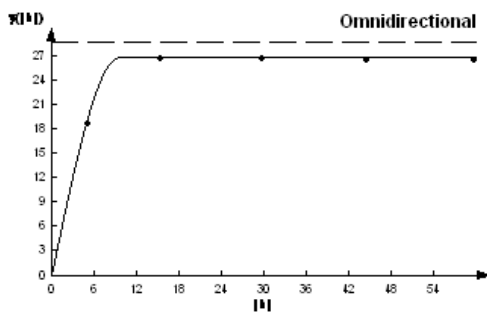
PEDRO-PARCELA 1								
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	5.488	14.47	ESFERICO	0	30.66	9	0	ALTA
sep-02	5.439	13.627	ESFERICO	0	28.711	6	0	ALTA
oct-01	5.384	13.168	ESFERICO	0	26.97	9.59	0	ALTA
oct-02	5.297	13.046	ESFERICO	0	25.845	9.6	0	ALTA
nov-01	5.281	12.563	ESFERICO	0	23.8	9.6	0	ALTA
nov-02	5.217	12.386	ESFERICO	0	22.523	9.6	0	ALTA
dic-01	4.866	10.052	ESFERICO	0	18.189	9.6	0	ALTA
dic-02	4.446	7.993	ESFERICO	0	17.041	5.76	0	ALTA
ene-01	4.315	7.949	ESFERICO	0	18.173	9.6	0	ALTA
ene-02	3.902	6.325	ESFERICO	0	14.203	10.2	0	ALTA
feb-01	3.688	5.27	ESFERICO	0	19.675	6.48	0	ALTA
feb-02	3.133	4.182	GAUSSIANO	0	12.31	5.4	0	ALTA
mar-01	2.049	2.456	ESFERICO	0	5.73	3	0	ALTA
mar-02	0.895	0.701	ESFERICO	0	2.28	3	0	ALTA

abr-01	1.123	0.391	ESFERICO	0	1.23	2.16	0	ALTA
abr-02	2.775	2.561	ESFERICO	0	8.3	3	0	ALTA
may-01	4.931	7.733	ESFERICO	0	25.58	3.2	0	ALTA
may-02	7.315	16.073	ESFERICO	0	53.22	3.4	0	ALTA
jun-01	6.943	14.359	ESFERICO	0	45.41	3.2	0	ALTA
jun-02	6.558	12.353	ESFERICO	0	38.89	2.34	0	ALTA
jul-01	6.273	10.999	ESFERICO	0	34.08	2.8	0	ALTA
jul-02	5.745	9.723	ESFERICO	0	30.62	6.16	0	ALTA
ago-01	5.14	8.434	ESFERICO	0	22.99	1.95	0	ALTA
ago-02	4.343	6.39	ESFERICO	0	18.62	3.8	0	ALTA

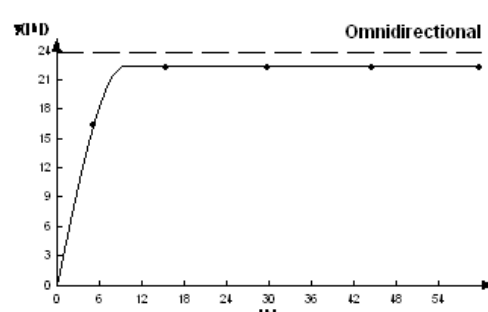
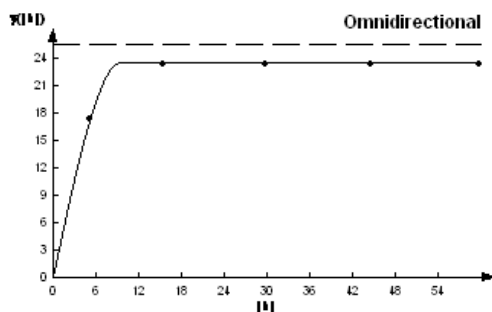
Septiembre 2019



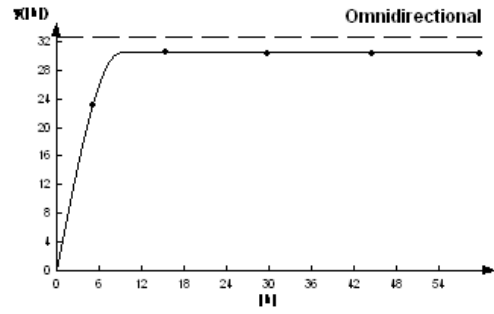
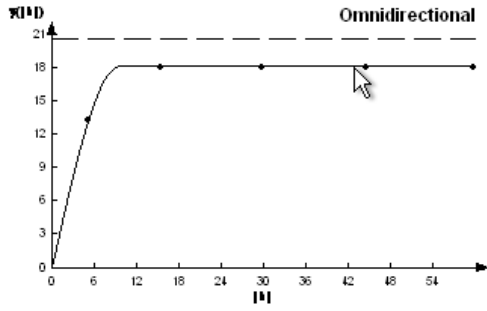
Octubre 2019



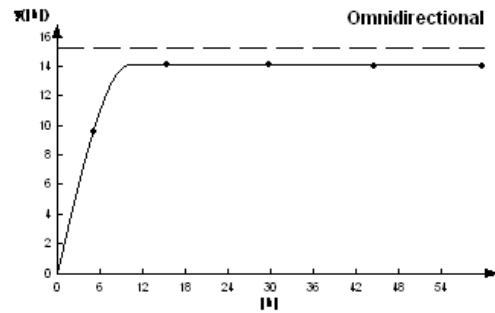
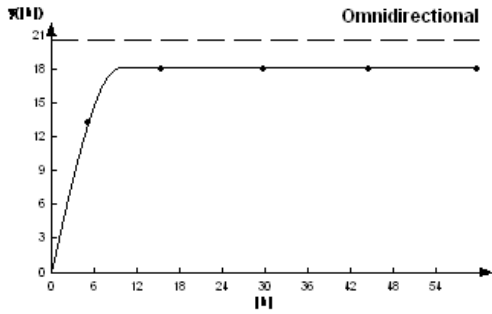
Noviembre 2019



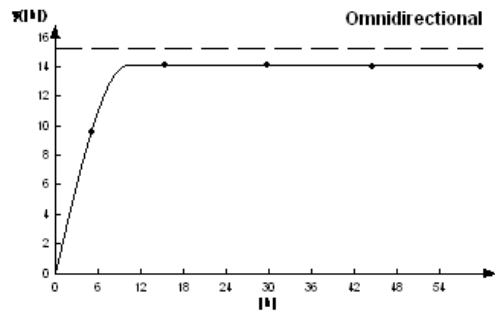
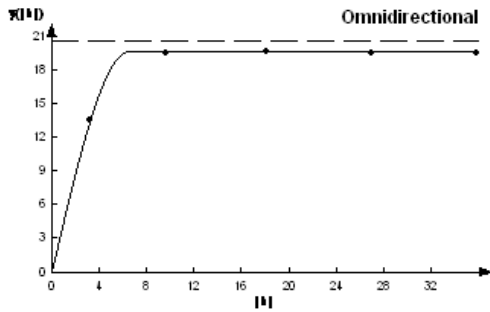
Diciembre 2019



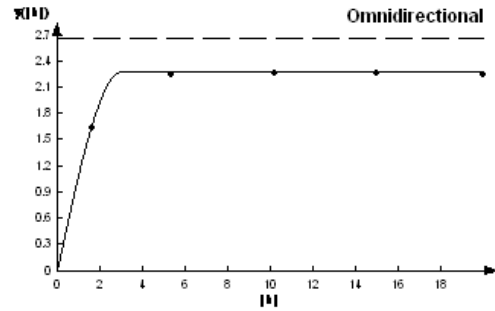
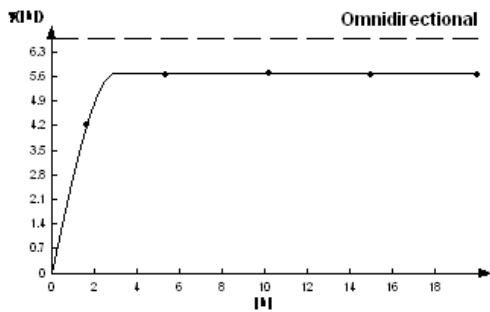
Enero 2020



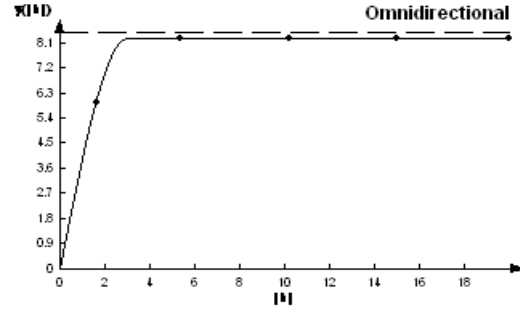
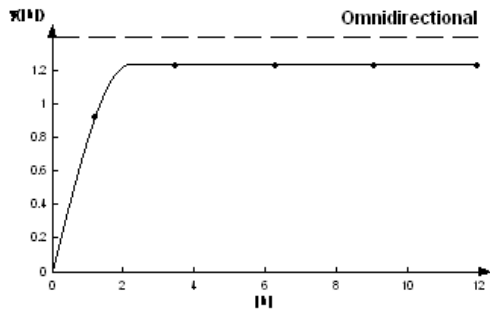
Febrero 2020



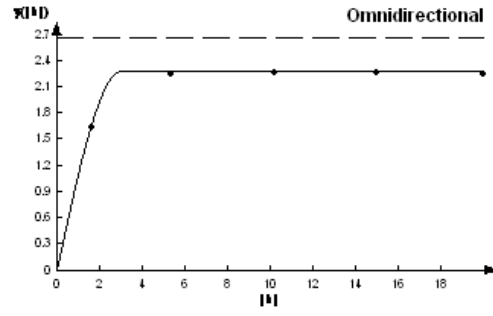
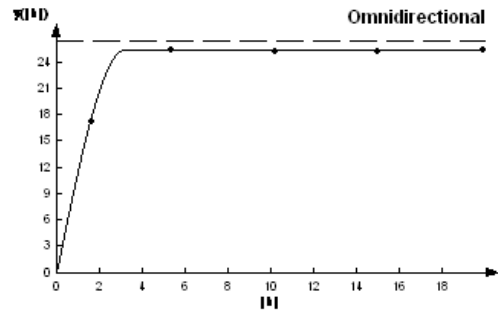
Marzo 2020



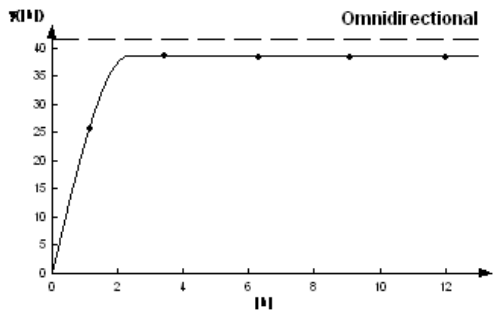
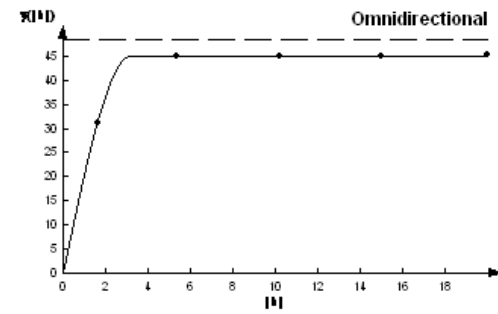
Abril 2020



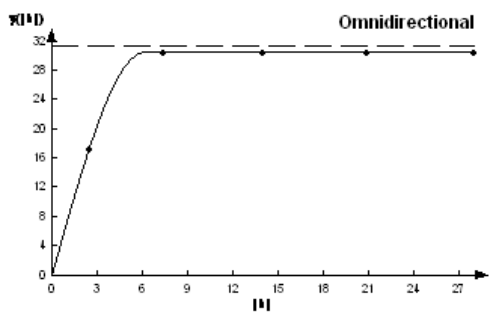
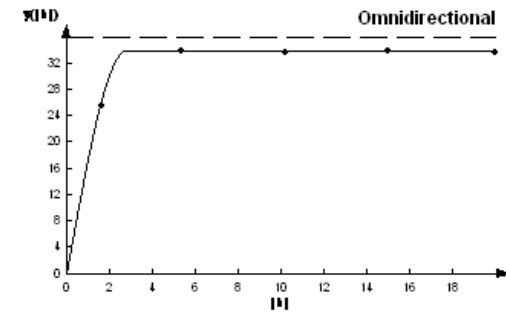
Mayo 2020



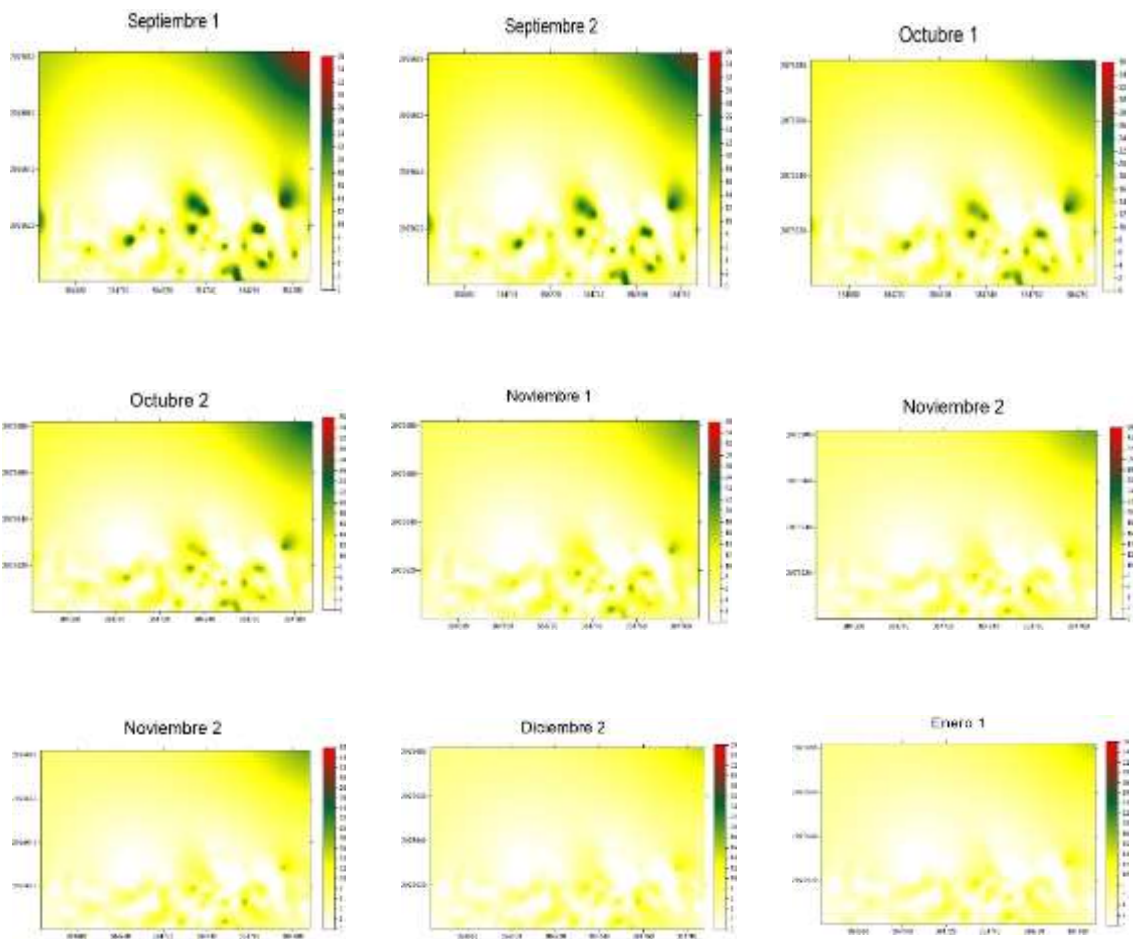
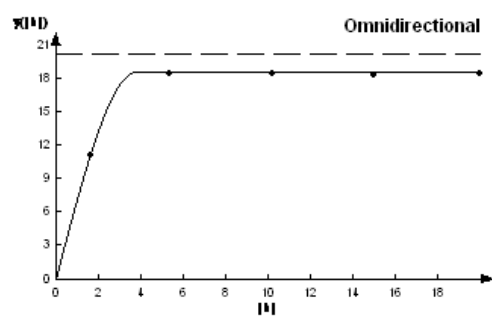
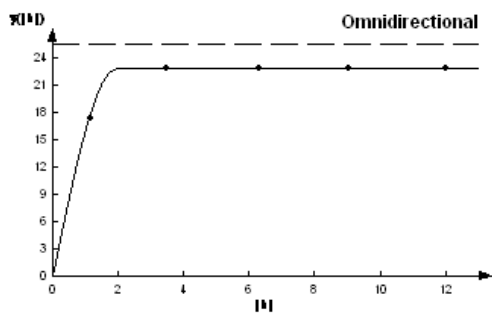
Junio 2020

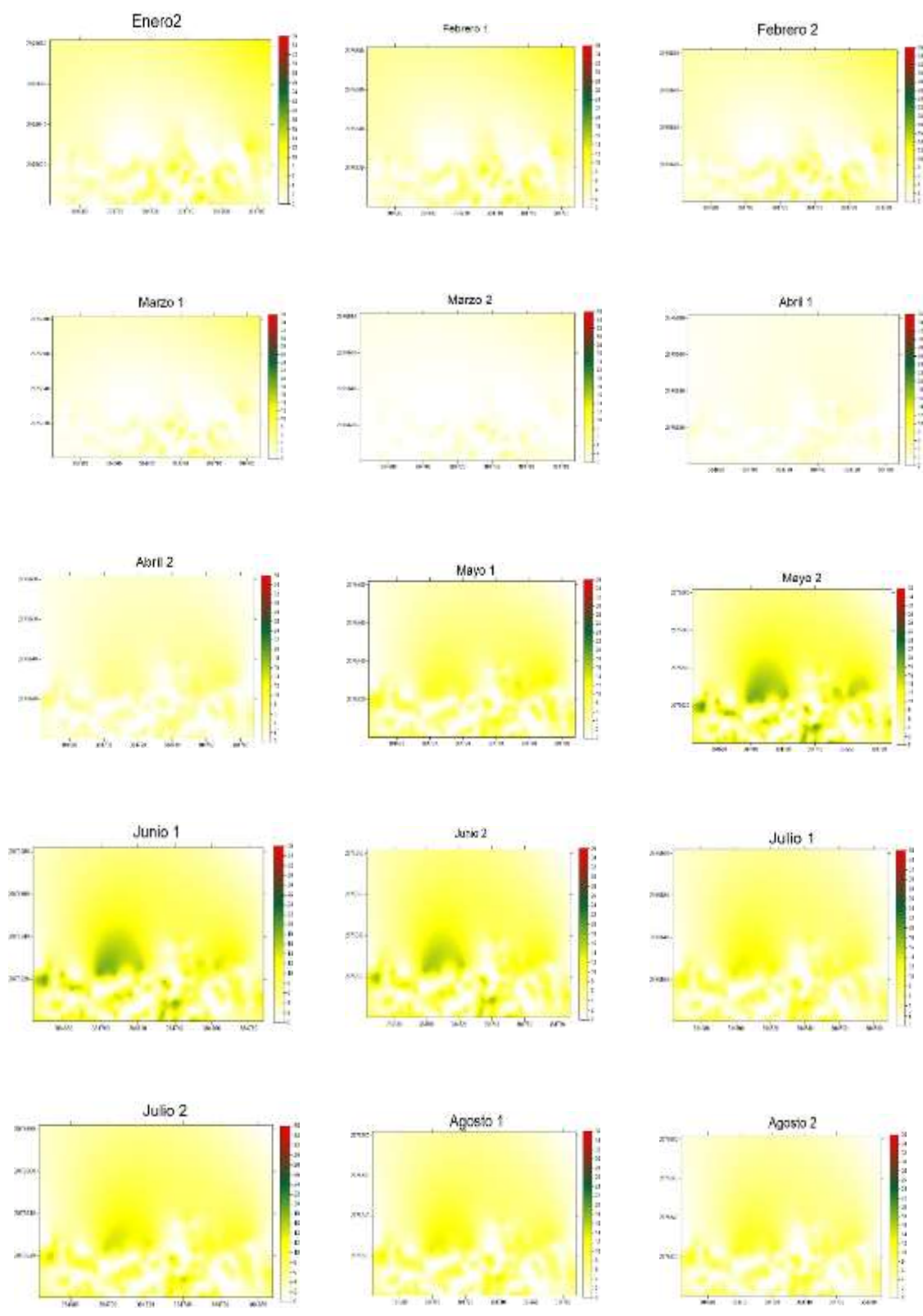


Julio 2020



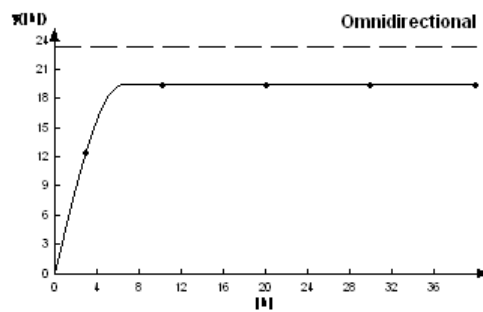
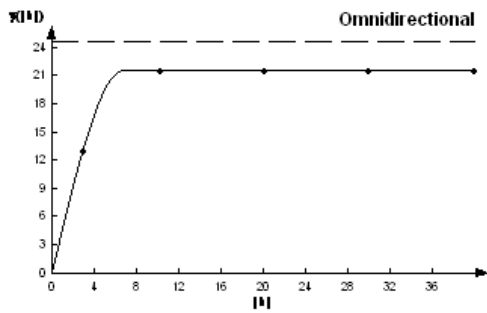
Agosto 2020



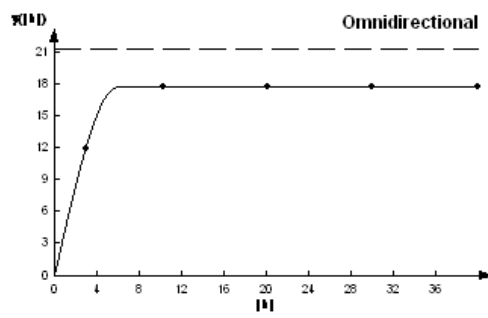
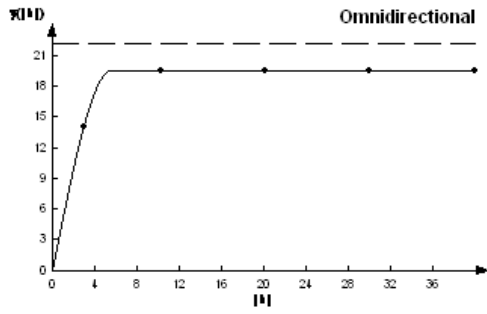


LUIS SANCHEZ FLORES 2 - PARCELA 2								
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/ MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	4.501	11.275	ESPERICO	0	21.69	6.8	0	ALTA
sep-02	4.371	11.031	ESPERICO	0	19.53	6.4	0	ALTA
oct-01	4.258	10.297	ESPERICO	0	19.69	5.6	0	ALTA
oct-02	4.091	9.933	ESPERICO	0	17.82	6.03	0	ALTA
nov-01	3.863	8.241	ESPERICO	0	16.45	9	0	ALTA
nov-02	3.733	7.797	ESPERICO	0	14.58	6	0	ALTA
dic-01	3.575	7.324	ESPERICO	0	13.28	6.8	0	ALTA
dic-02	3.336	6.396	ESPERICO	0	12.24	7.63	0	ALTA
ene-01	3.023	5.861	ESPERICO	0	11.18	7.2	0	ALTA
ene-02	2.965	5.565	ESPERICO	0	10.47	7	0	ALTA
feb-01	2.835	5.228	ESPERICO	0	9.82	7.6	0	ALTA
feb-02	2.708	5.03	ESPERICO	0	8.86	7.2	0	ALTA
mar-01	1.59	2.595	ESPERICO	0	4.54	3.15	0	ALTA
mar-02	0.945	0.806	ESPERICO	0	1.6	3.15	0	ALTA
abr-01	1.378	1.322	ESPERICO	0	2.34	3.64	0	ALTA
abr-02	2.857	3.787	ESPERICO	0	9.95	6.4	0	ALTA
may-01	5.595	10.422	ESPERICO	0	26.01	3.57	0	ALTA
may-02	6.185	11.465	ESPERICO	0	26.21	3.15	0	ALTA
jun-01	5.396	8.911	ESPERICO	0	19.49	3.36	0	ALTA
jun-02	4.875	7.283	ESPERICO	0	16.33	3.15	0	ALTA
jul-01	4.312	6.183	ESPERICO	0	14.1	3.36	0	ALTA
jul-02	3.956	5.319	ESPERICO	0	12.04	3.36	0	ALTA
ago-01	3.499	4.699	ESPERICO	0	9.95	3.36	0	ALTA
ago-02	2.951	3.642	ESPERICO	0	8.03	3.57	0	ALTA

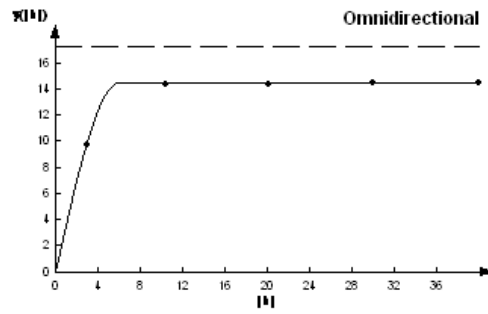
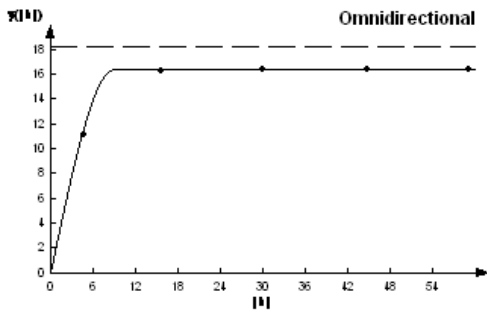
Septiembre 2019



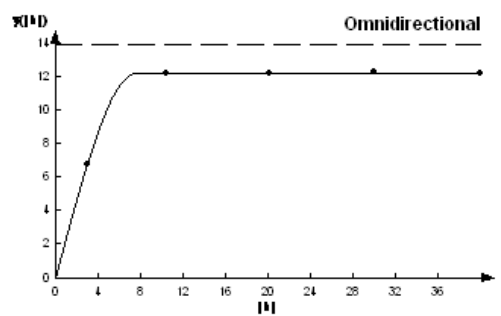
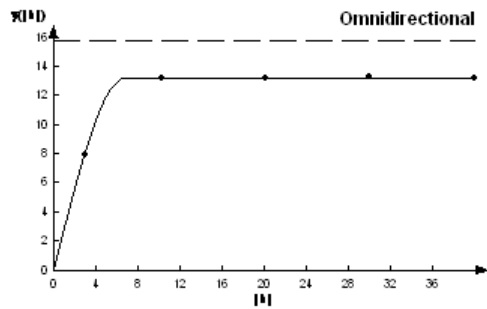
Octubre 2019



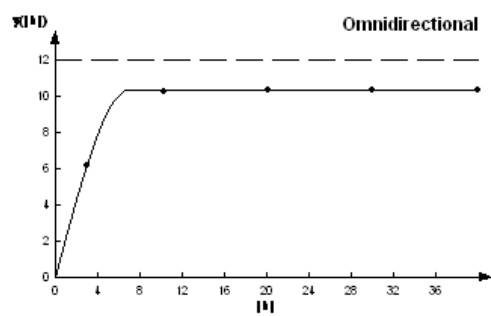
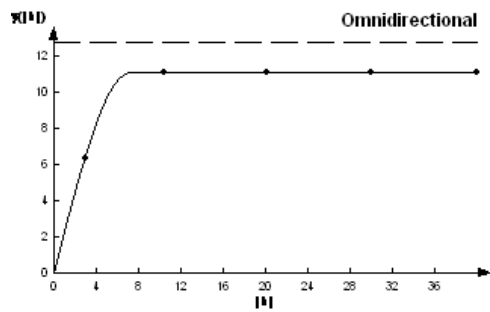
Noviembre 2019



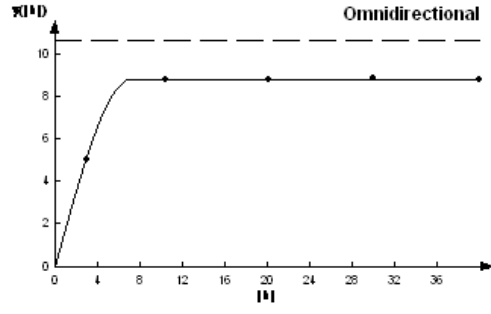
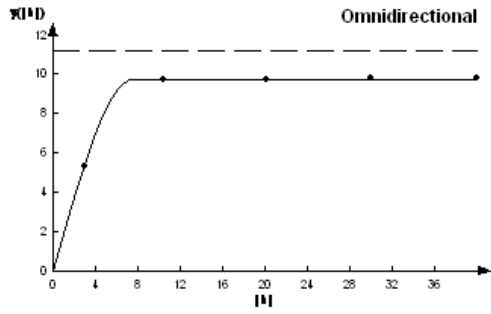
Diciembre 2019



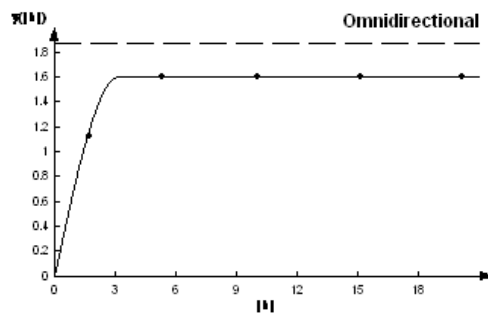
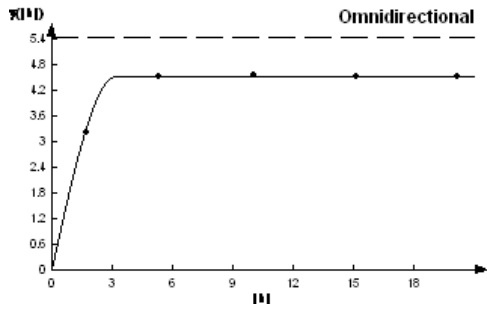
Enero 2020



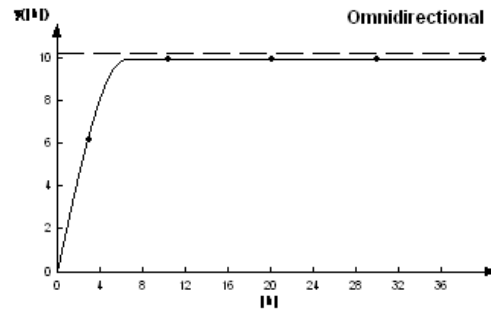
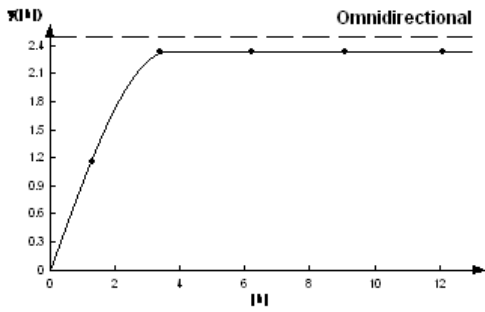
Febrero 2020



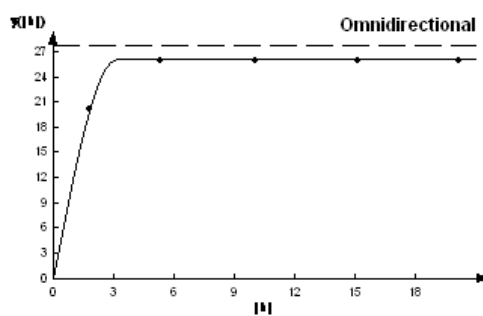
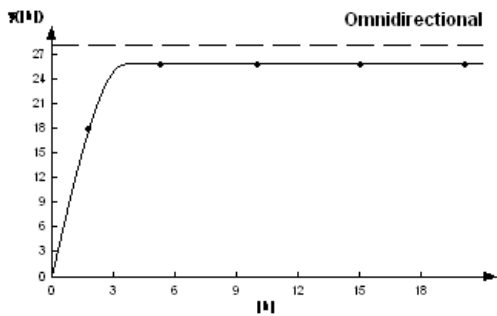
Marzo 2020



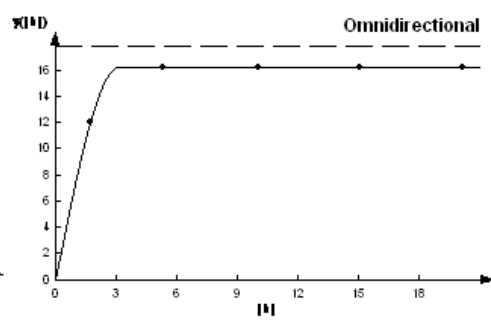
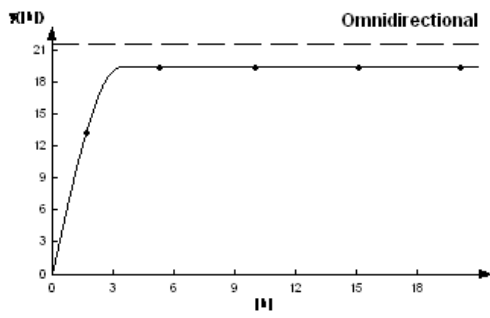
Abril 2020



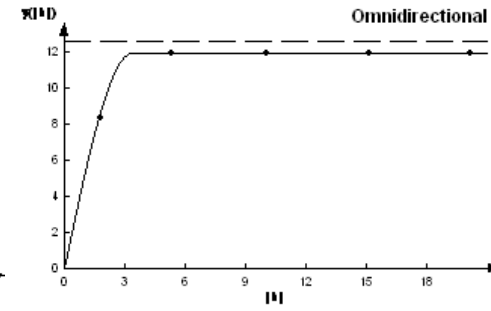
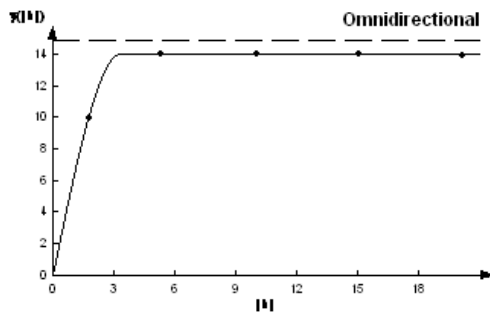
Mayo 2020



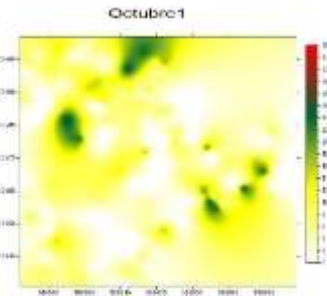
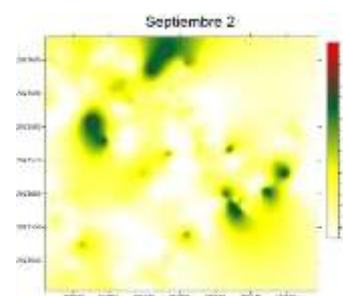
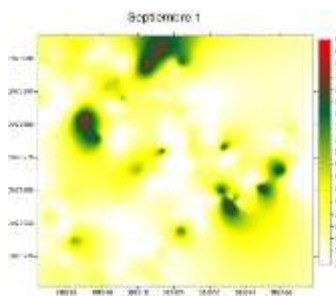
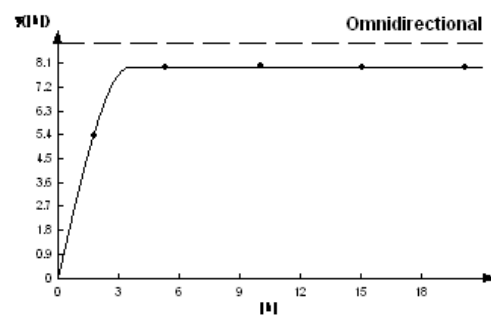
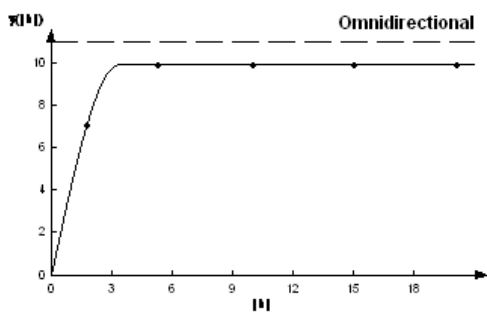
Junio 2020

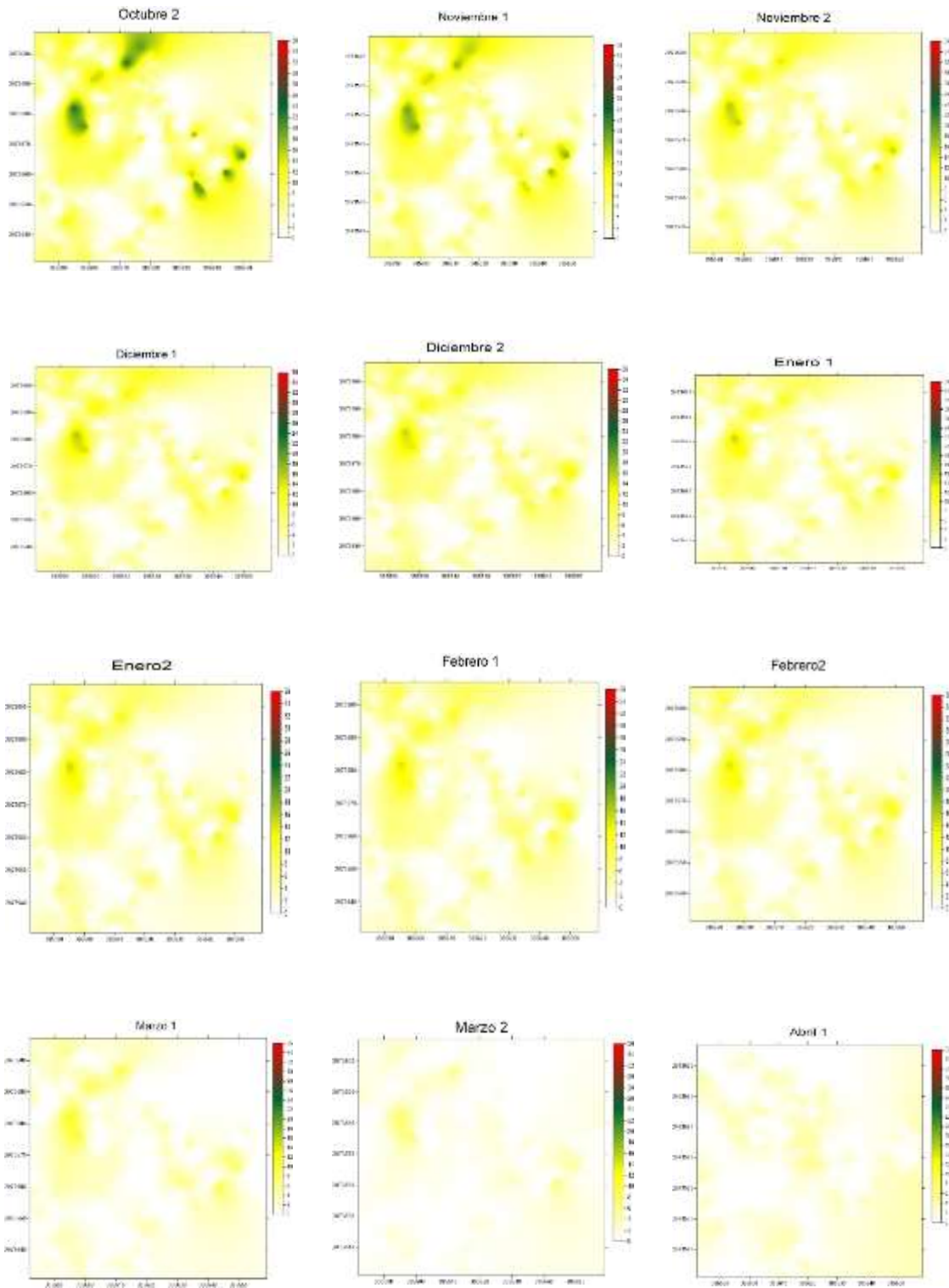


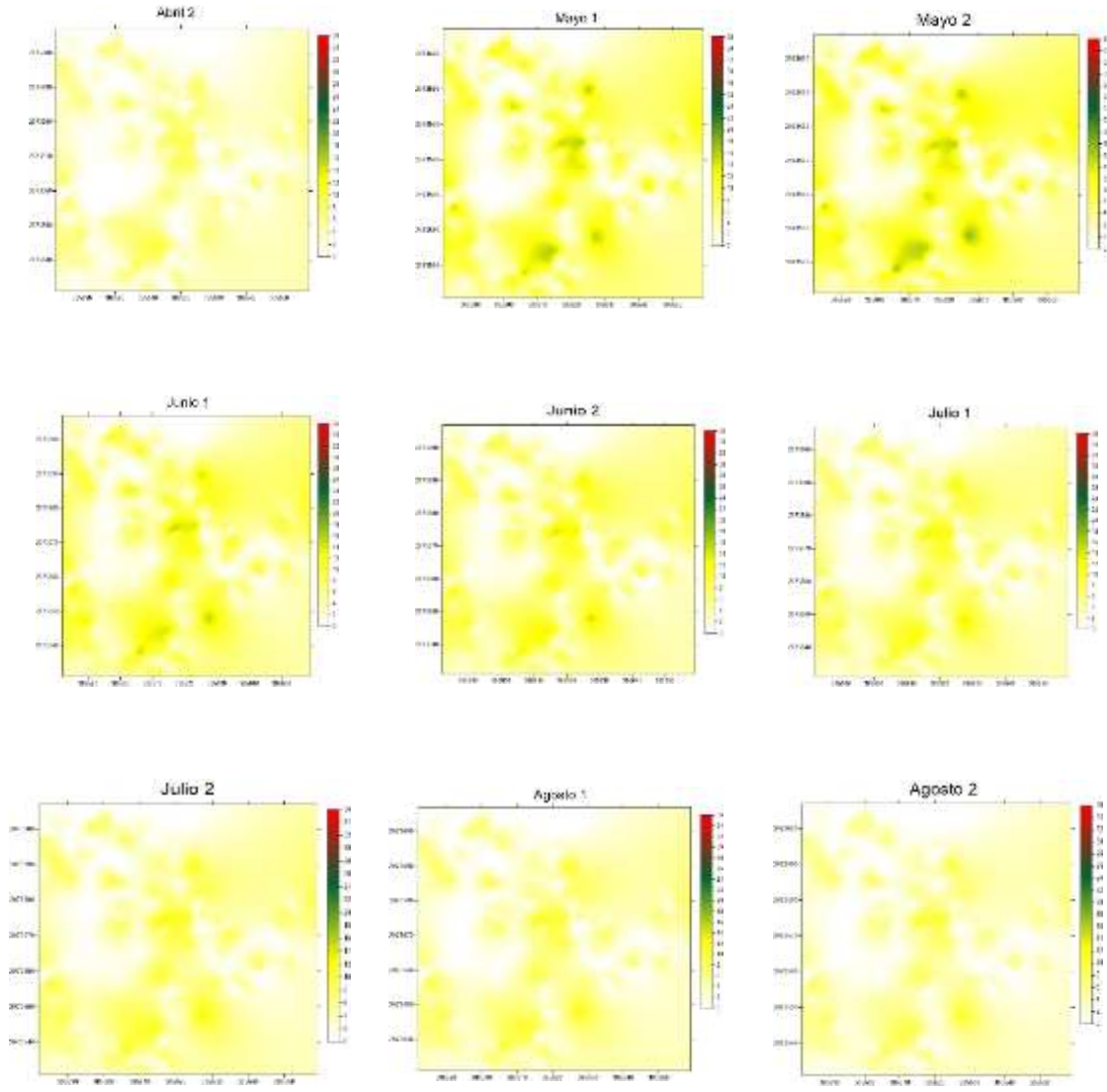
Julio 2020



Agosto 2020



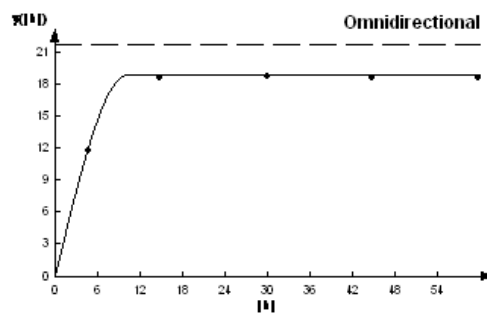
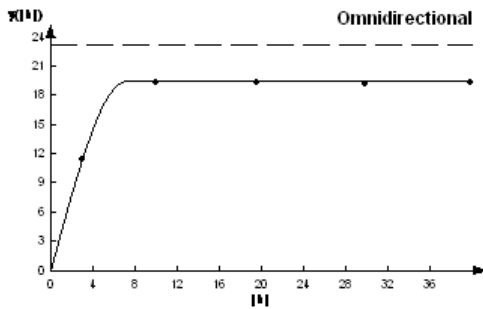




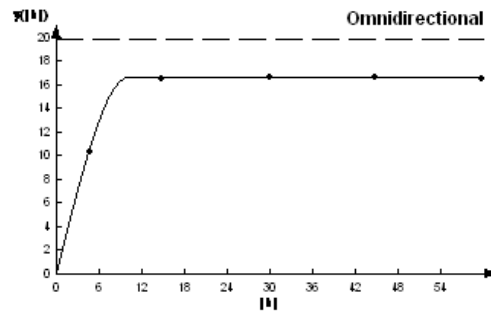
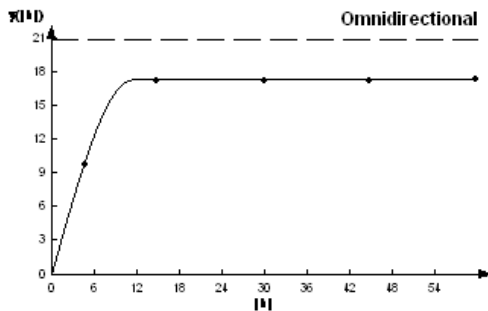
LUIS SANCHEZ FLORES - PARCELA 3								
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/ MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	5.672	11.508	ESFERICO	0	19.55	7.2	0	ALTA
sep-02	5.307	10.951	ESFERICO	0	18.92	10.2	0	ALTA
oct-01	4.925	9.502	ESFERICO	0	17.34	11.4	0	ALTA
oct-02	4.698	9.217	ESFERICO	0	16.73	10.2	0	ALTA
nov-01	4.465	9.5	ESFERICO	0	16.1	10.2	0	ALTA
nov-02	4.267	11.108	ESFERICO	0	14.267	10.2	0	ALTA
dic-01	3.9	9.176	ESFERICO	0	12.64	10.2	0	ALTA

dic-02	3.487	7.607	ESFERICO	0	11.86	10.2	0	ALTA
ene-01	3.138	8.083	ESFERICO	0	11.13	9.44	0	ALTA
ene-02	2.832	8.895	ESFERICO	0	10.36	11.4	0	ALTA
feb-01	2.756	8.371	ESFERICO	0	9.56	10.2	0	ALTA
feb-02	2.339	6.118	ESFERICO	0	8.2	10.8	0	ALTA
mar-01	0.742	1.877	ESFERICO	0	2.71	6.4	0	ALTA
mar-02	0.453	0.183	ESFERICO	0	0.73	7.2	0	ALTA
abr-01	1.981	2.144	ESFERICO	0	4.12	2.6	0	ALTA
abr-02	4.104	8.047	ESFERICO	0	15.57	7.6	0	ALTA
may-01	6.636	18.76	ESFERICO	0	43.41	7.2	0	ALTA
may-02	8.136	28.964	ESFERICO	0	54.94	3.6	0	ALTA
jun-01	7.417	25.674	ESFERICO	0	52.94	6.8	0	ALTA
jun-02	6.811	23.668	ESFERICO	0	43.2	3.4	0	ALTA
jul-01	6.334	20.789	ESFERICO	0	36.21	6	0	ALTA
jul-02	5.527	15.782	ESFERICO	0	29.87	3.8	0	ALTA
ago-01	4.558	11.309	ESFERICO	0	23.05	6.8	0	ALTA
ago-02	3.939	9.255	ESFERICO	0	19.13	7.6	0	ALTA

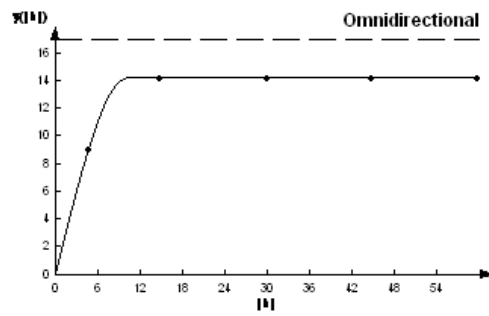
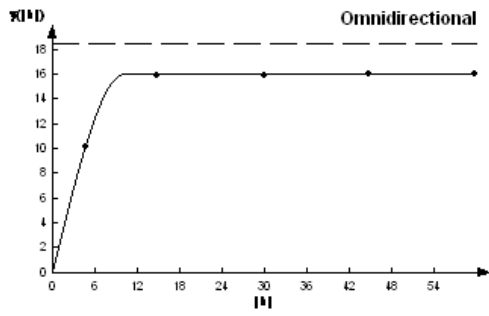
Septiembre 2019



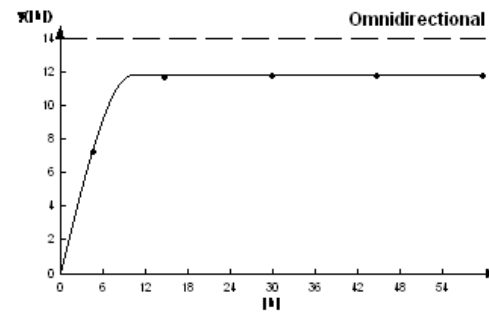
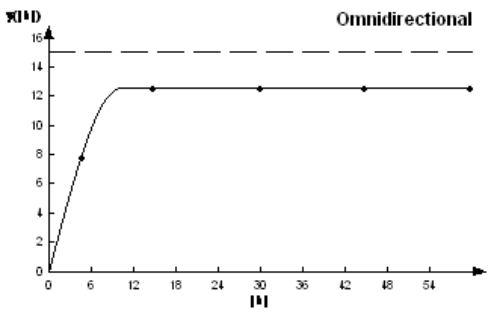
Octubre 2019



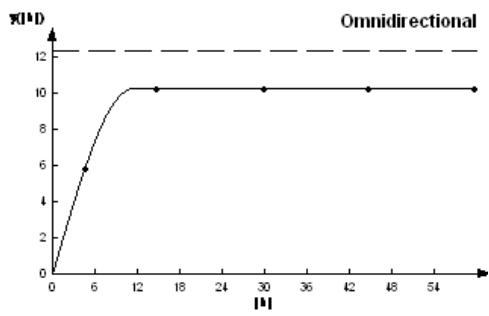
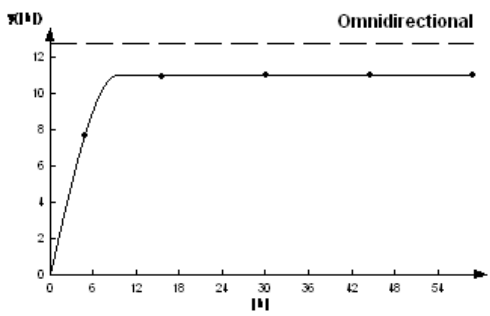
Noviembre 2019



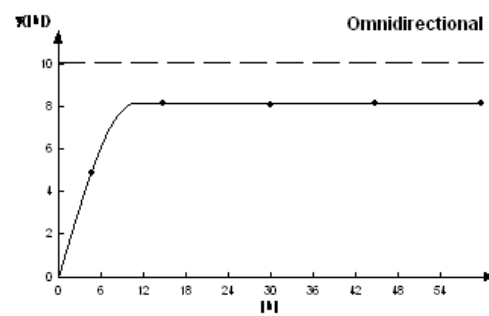
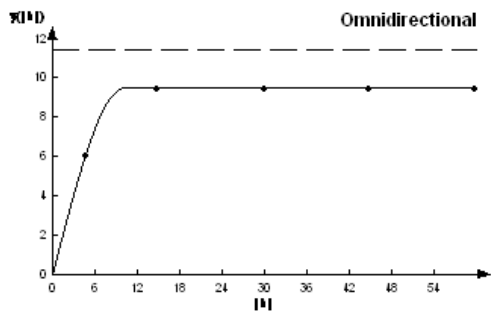
Diciembre 2019



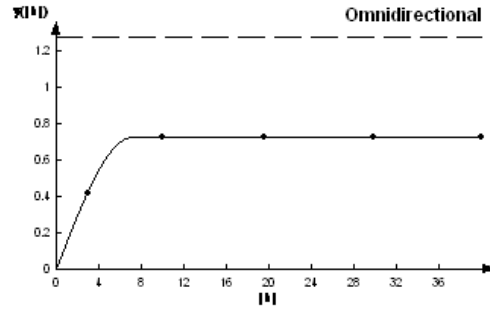
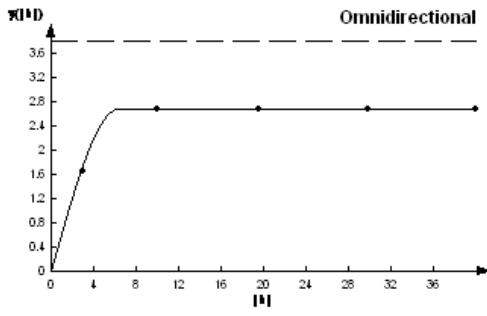
Enero 2020



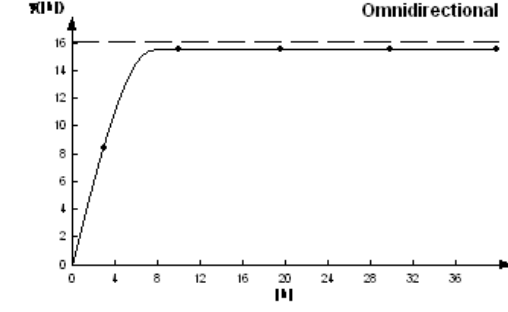
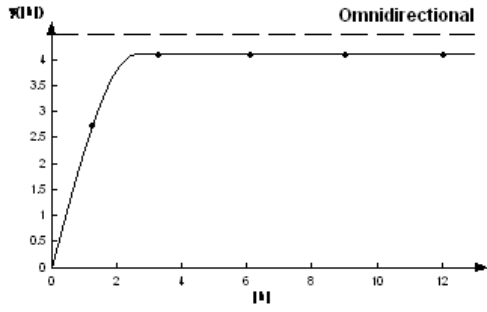
Febrero 2020



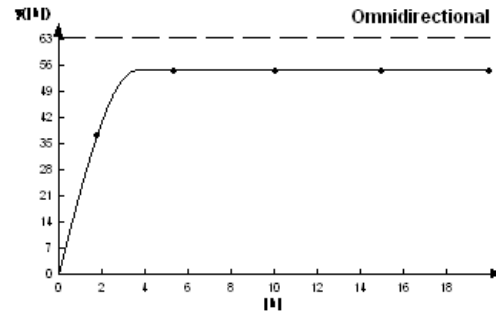
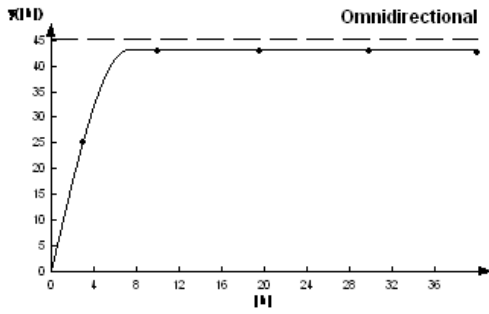
Marzo 2020



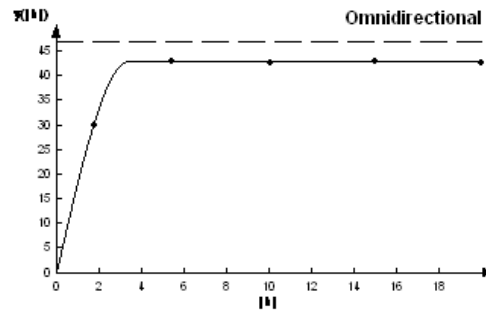
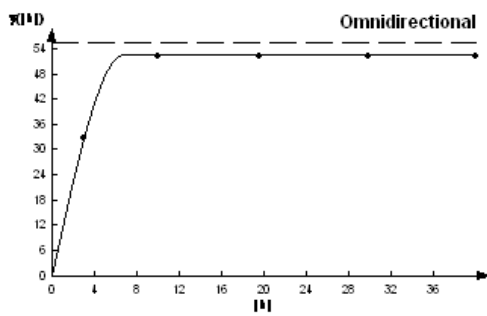
Abril 2020



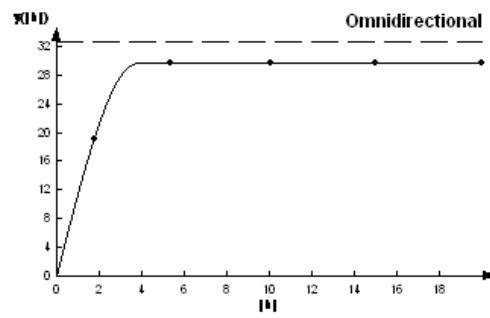
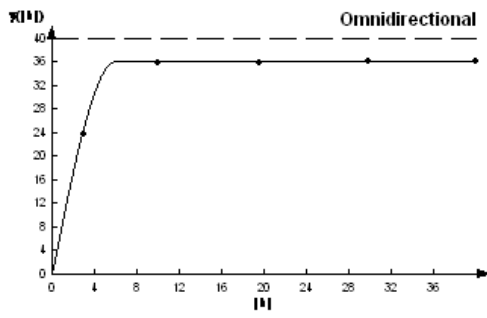
Mayo 2020



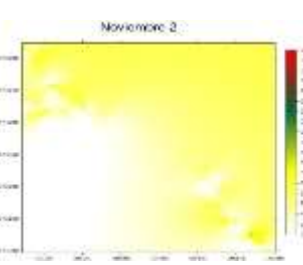
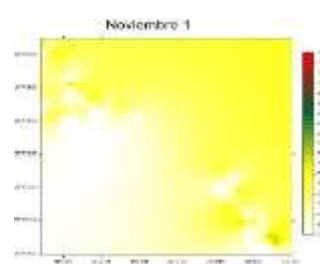
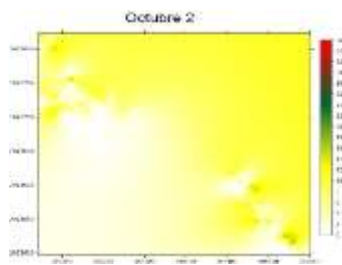
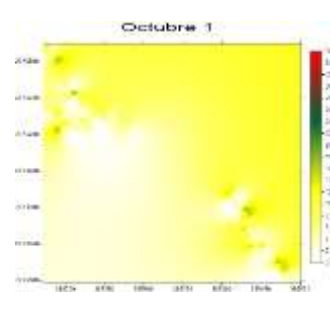
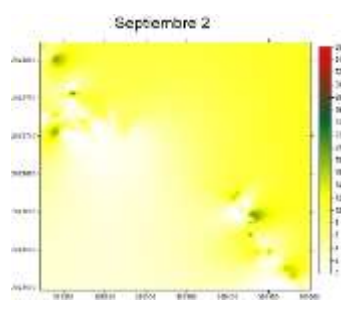
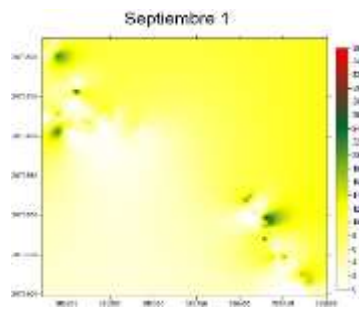
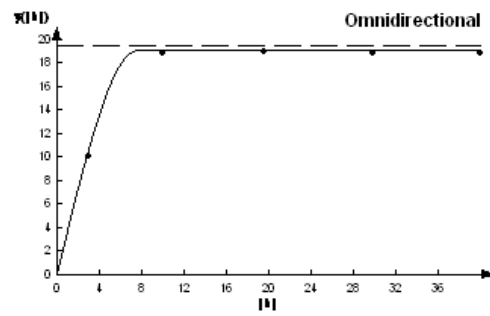
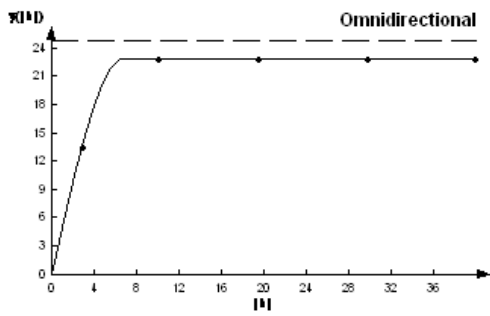
Junio 2020

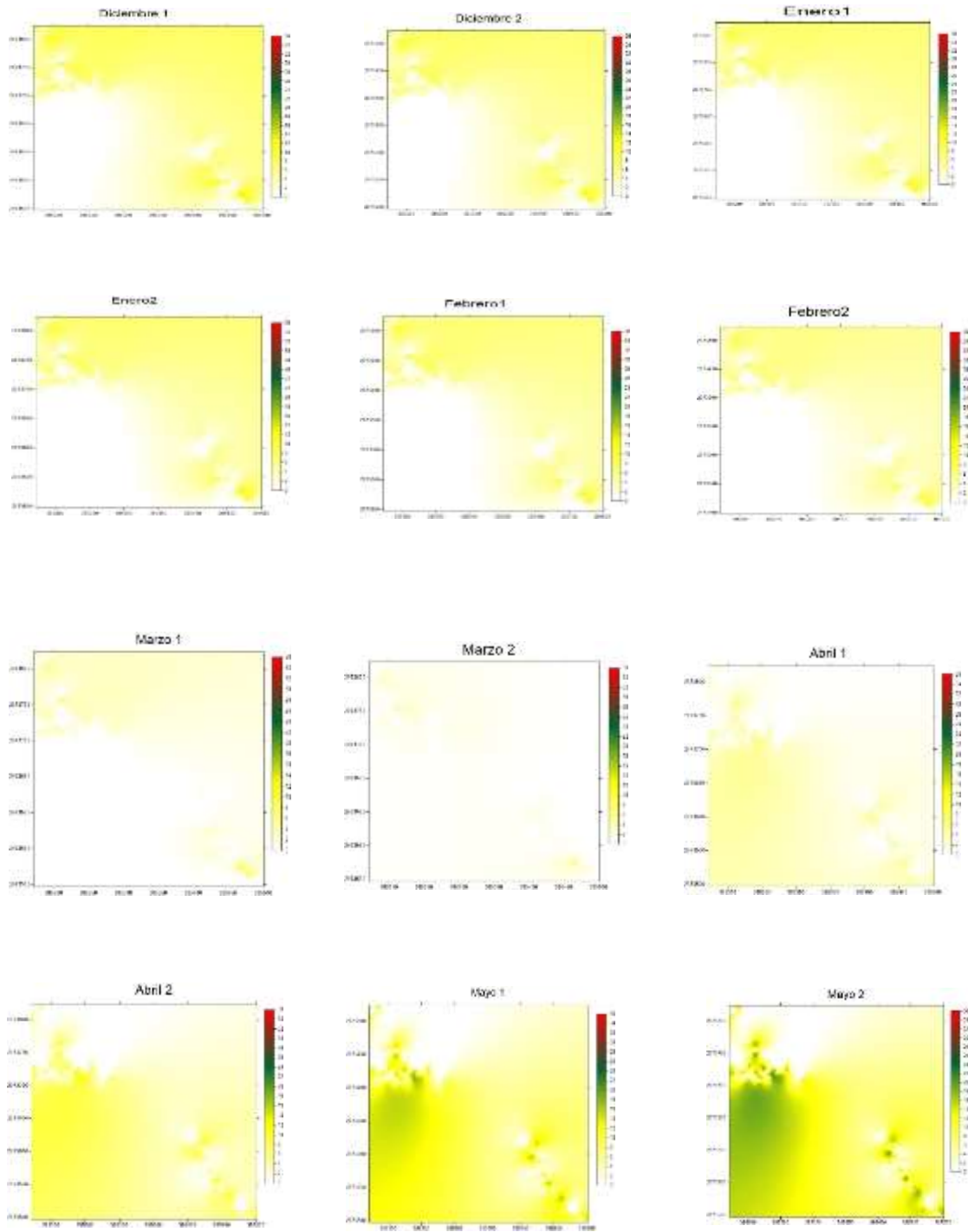


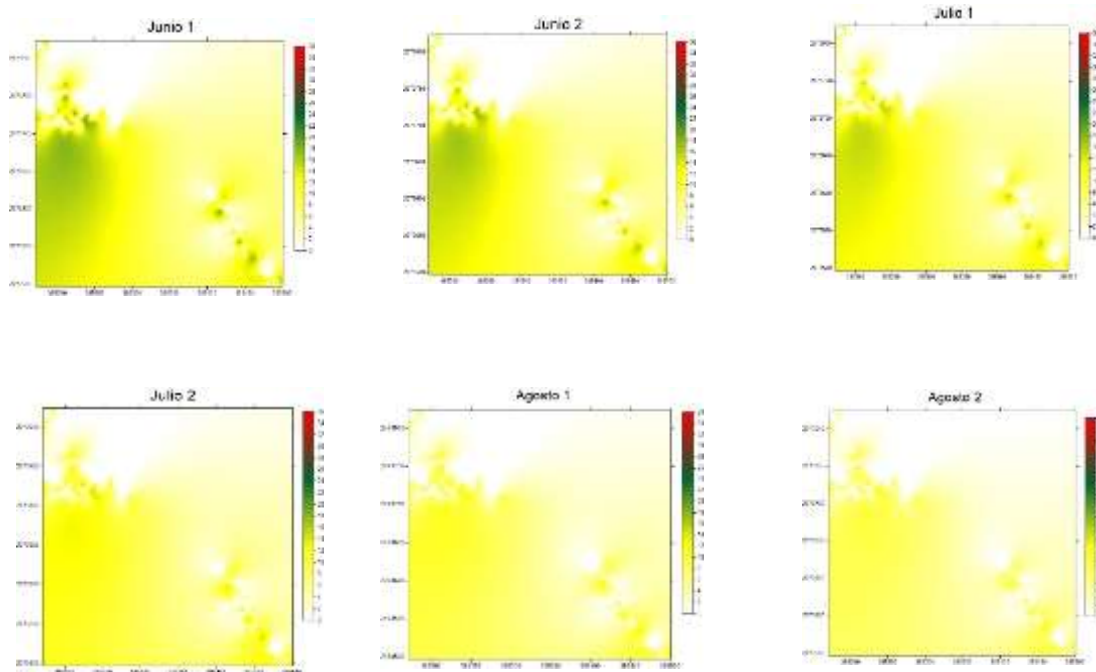
Julio 2020



Agosto 2020





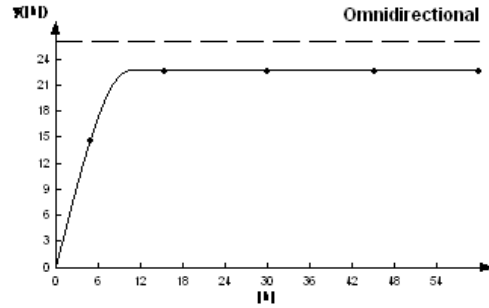
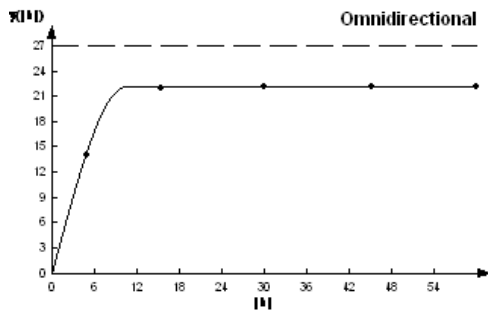


JUAN SANCHEZ FLORES - PARCELA 4

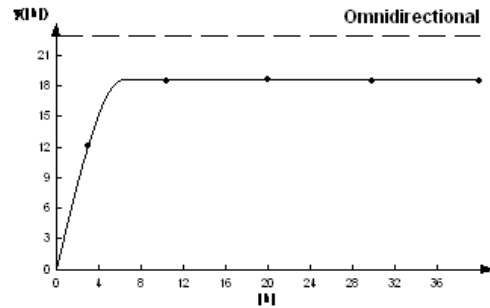
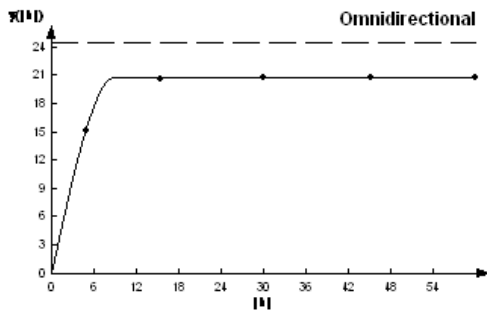
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA /MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	2.599	11.011	ESFERICO	0	22.29	10.47	0	ALTA
sep-02	2.525	10.304	ESFERICO	0	22.86	10.47	0	ALTA
oct-01	2.511	9.292	ESFERICO	0	20.96	9	0	ALTA
oct-02	2.498	8.584	ESFERICO	0	18.8	6.4	0	ALTA
nov-01	2.388	8.598	ESFERICO	0	18.53	11.35	0	ALTA
nov-02	2.357	7.846	ESFERICO	0	17.29	10.8	0	ALTA
dic-01	2.352	7.16	ESFERICO	0	16.86	10.8	0	ALTA
dic-02	2.268	6.639	ESFERICO	0	15.47	12.23	0	ALTA
ene-01	2.116	6.441	ESFERICO	0	15.18	11.6	0	ALTA
ene-02	1.833	6.603	ESFERICO	0	13.94	6.8	0	ALTA
feb-01	1.665	6.269	ESFERICO	0	12.73	10.8	0	ALTA
feb-02	1.552	5.904	ESFERICO	0	11.64	7.72	0	ALTA
mar-01	0.613	2.031	GAUSSIANO	0	6.11	2.73	0	ALTA
mar-02	0.597	0.526	GAUSSIANO	0	7.73	4.4	0	ALTA
abr-01	2.111	1.897	GAUSSIANO	0	4.53	5.2	0	ALTA

abr-02	4.351	8.499	GAUSSIANO	0	17.05	2.73	0	ALTA
may-01	7.474	25.892	GAUSSIANO	0	49.03	4.8	0	ALTA
may-02	8.949	36.291	GAUSSIANO	0	64.61	2.94	0	ALTA
jun-01	8.26	30.159	GAUSSIANO	0	55.38	2.94	0	ALTA
jun-02	7.468	23.291	GAUSSIANO	0	47.94	2.73	0	ALTA
jul-01	6.875	20.282	GAUSSIANO	0	43.26	2.94	0	ALTA
jul-02	5.624	13.352	GAUSSIANO	0	16.1	2.08	0	ALTA
ago-01	4.714	9.044	GAUSSIANO	0	21.44	1.69	0	ALTA
ago-02	4.431	8.246	GAUSSIANO	0	16.71	2.73	0	ALTA

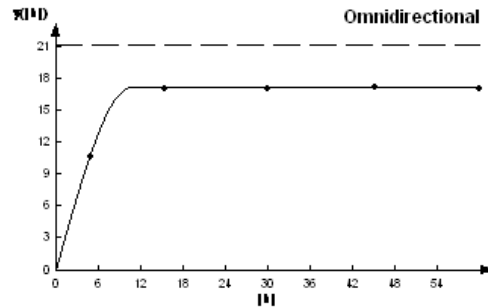
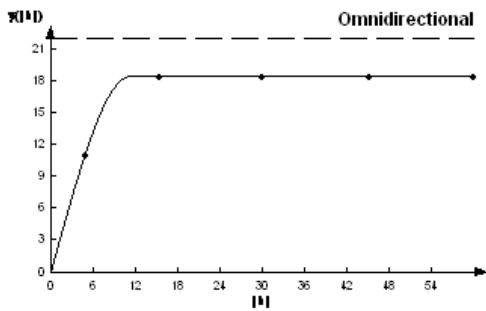
Septiembre 2019



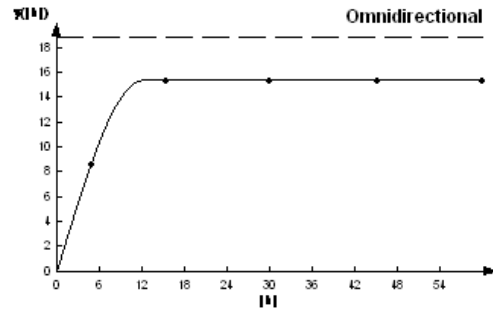
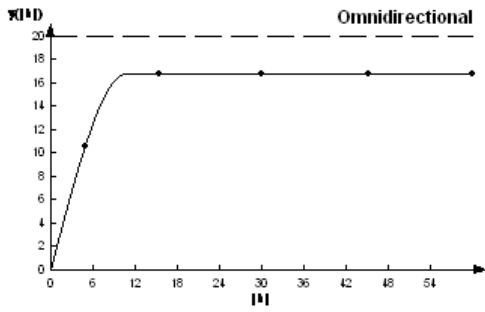
Octubre 2019



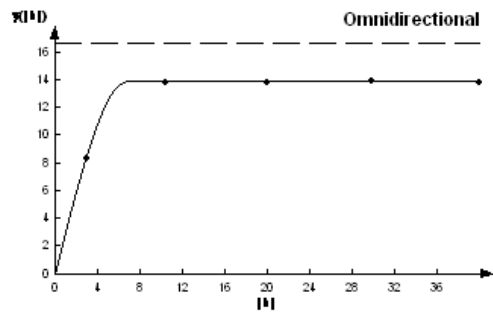
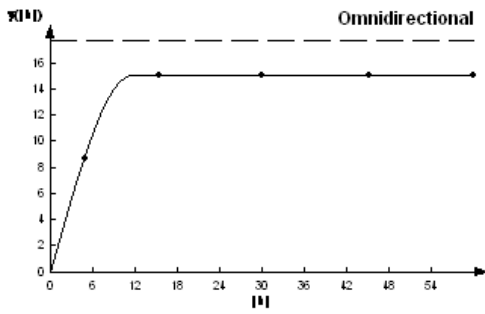
Noviembre 2019



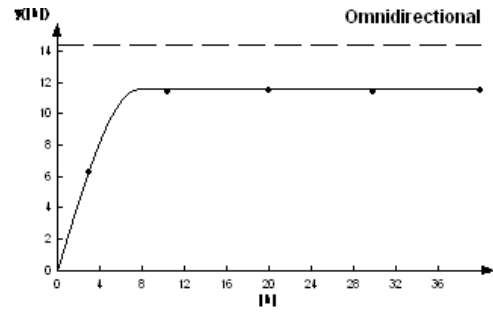
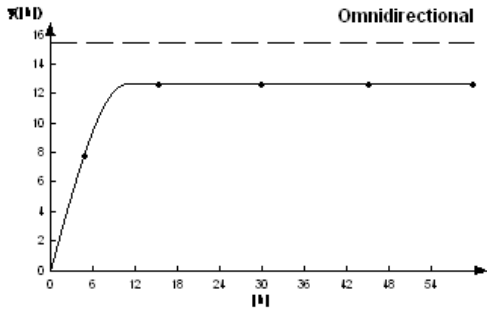
Diciembre 2019



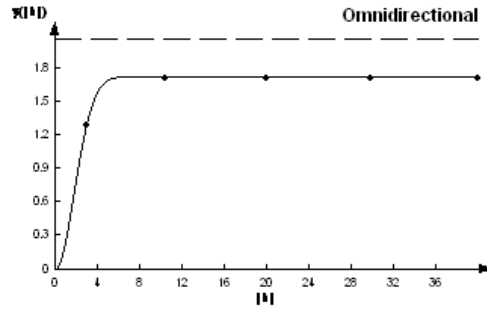
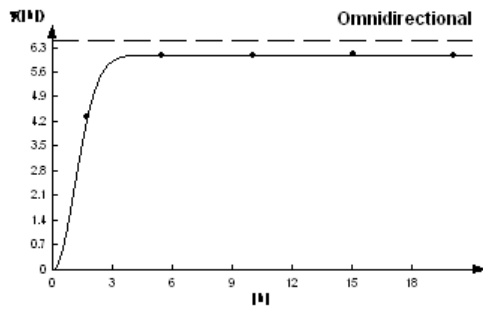
Enero 2020



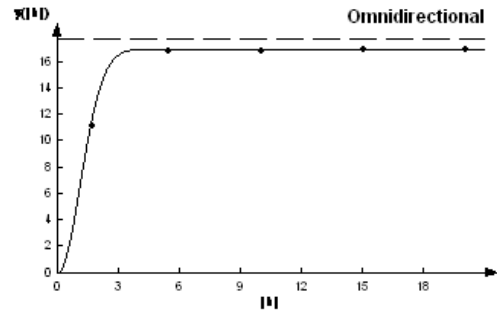
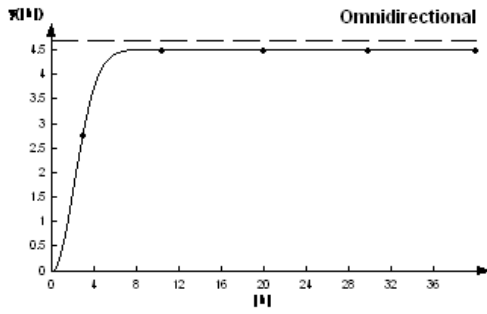
Febrero 2020



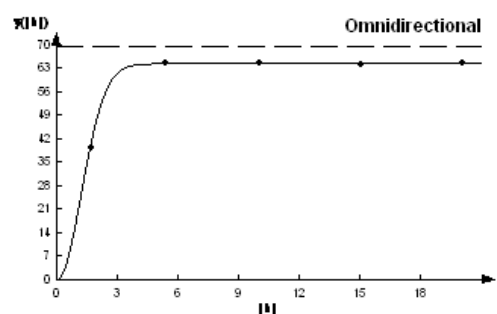
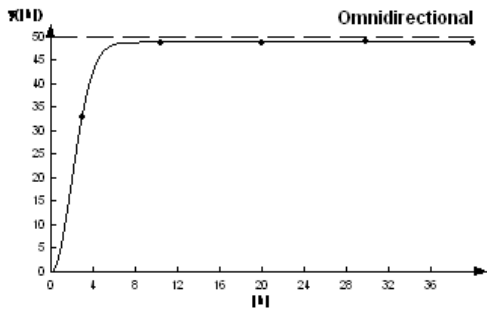
Marzo 2020



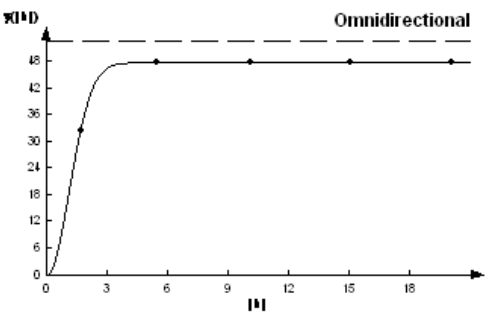
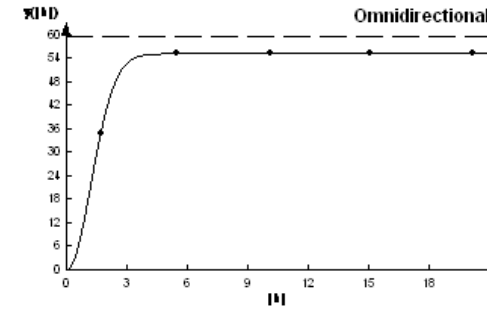
Abril 2020



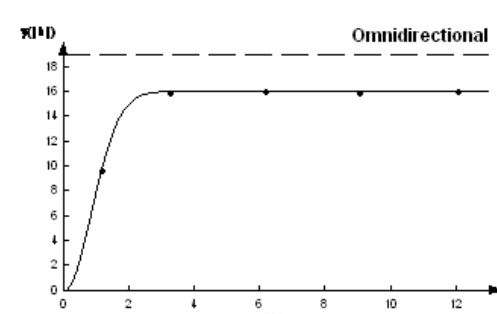
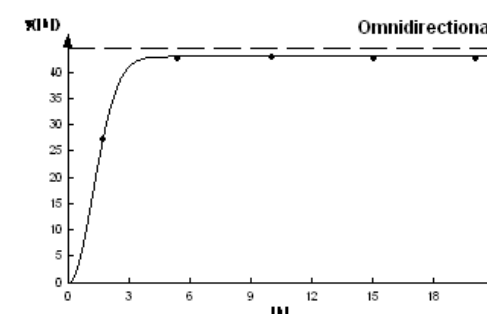
Mayo 2020



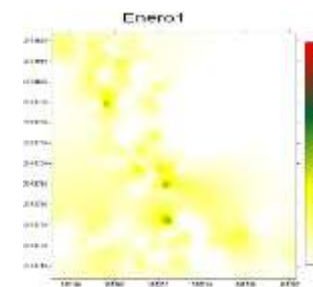
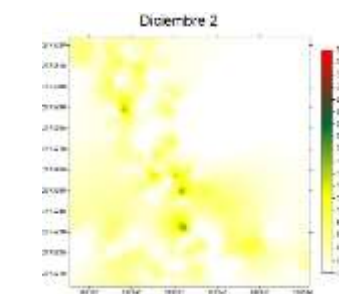
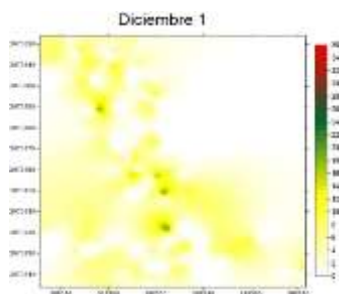
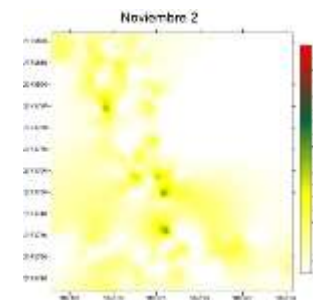
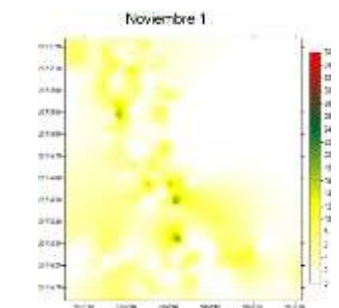
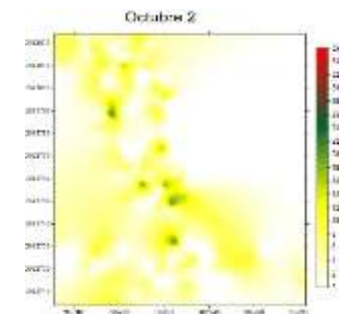
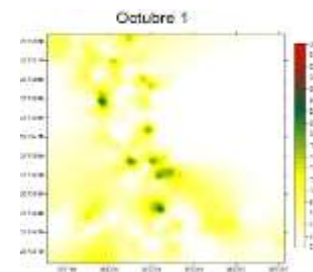
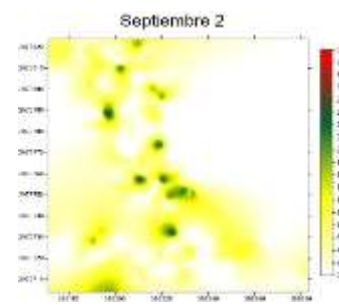
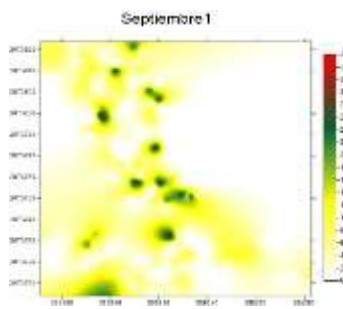
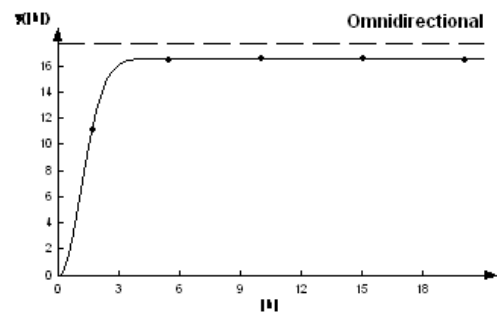
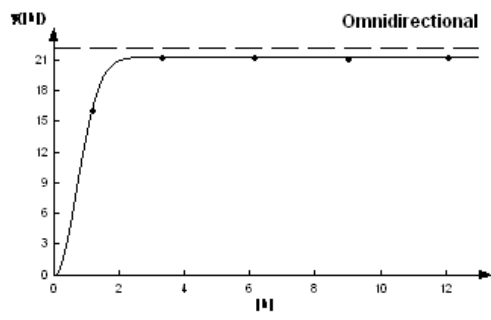
Junio 2020

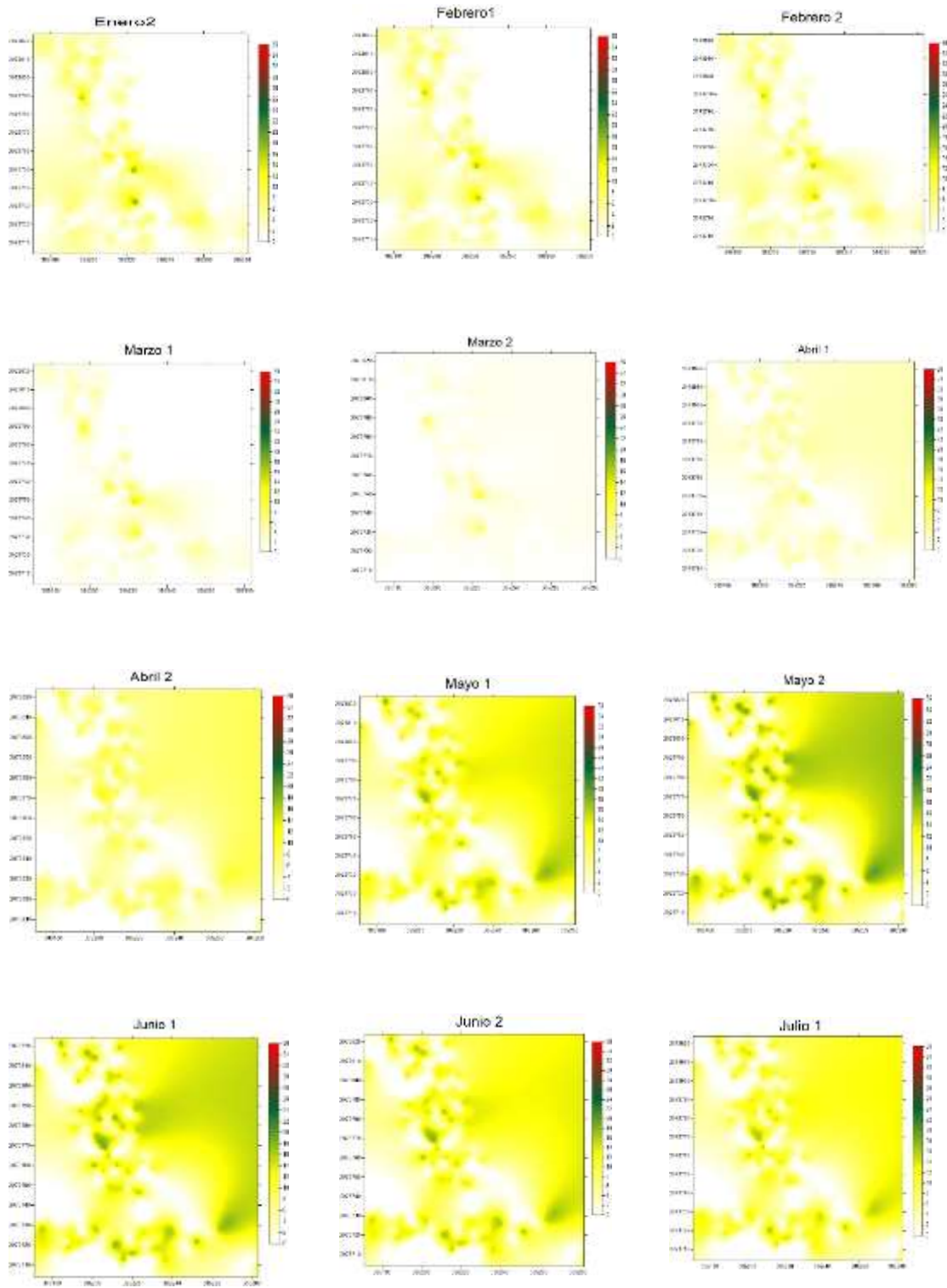


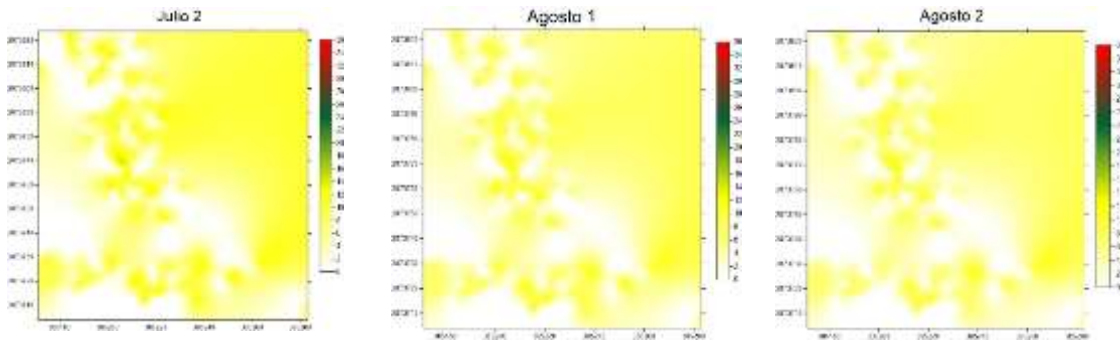
Julio 2020



Agosto 2020

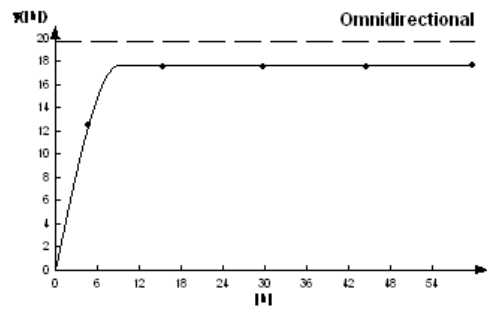
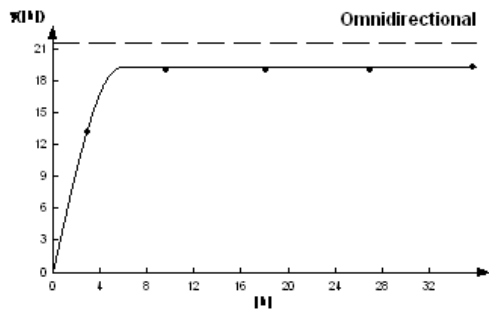




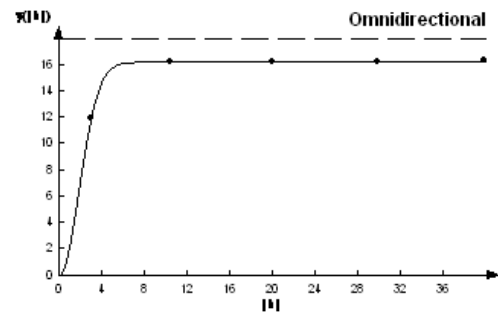
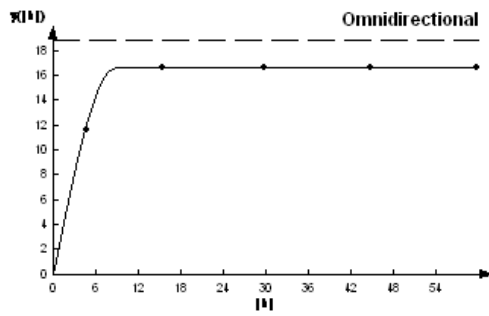


JUAN FLORES - PARCELA 5								
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	5.175	5.986	ESFERICO	0	19.34	5.76	0	ALTA
sep-02	4.779	5.595	ESFERICO	0	17.78	9.184	0	ALTA
oct-01	4.47	5.442	ESFERICO	0	16.67	8.77	0	ALTA
oct-02	4.412	5.43	GAUSSIANO	0	16.269	4.55	0	ALTA
nov-01	4.115	5.44	ESFERICO	0	15.69	5.6	0	ALTA
nov-02	4.13	5.144	GAUSSIANO	0	14.9073	4.89	0	ALTA
dic-01	3.768	4.98	ESFERICO	0	13.53	9	0	ALTA
dic-02	3.506	4.962	ESFERICO	0	12.38	5.39	0	ALTA
ene-01	3.466	4.518	ESFERICO	0	11.53	5.7	0	ALTA
ene-02	3.347	4.365	ESFERICO	0	10.77	6	0	ALTA
feb-01	3.117	4.4688	ESFERICO	0	10.02	9.18	0	ALTA
feb-02	2.908	4.266	ESFERICO	0	8.9694	6	0	ALTA
mar-01	1.45	1.903	GAUSSIANO	0	39.51	3	0	ALTA
mar-02	0.679	0.334	GAUSSIANO	0	0.63	3	0	ALTA
abr-01	1.319	0.969	GAUSSIANO	0	4.25	1.69	0	ALTA
abr-02	2.986	4.042	GAUSSIANO	0	16.94	1.95	0	ALTA
may-01	5.106	9.668	GAUSSIANO	0	38.38	2.08	0	ALTA
may-02	5.808	12.51	GAUSSIANO	0	50.88	2.8	0	ALTA
jun-01	5.02	9.617	GAUSSIANO	0	39.58	3	0	ALTA
jun-02	4.346	6.883	GAUSSIANO	0	26.12	3.4	0	ALTA
jul-01	3.85	5.639	GAUSSIANO	0	21.77	2.8	0	ALTA
jul-02	3.402	4.572	GAUSSIANO	0	18.54	2.08	0	ALTA
ago-01	3.142	3.919	GAUSSIANO	0	14.81	2.8	0	ALTA
ago-02	2.276	2.011	GAUSSIANO	0	6.95	2.21	0	ALTA

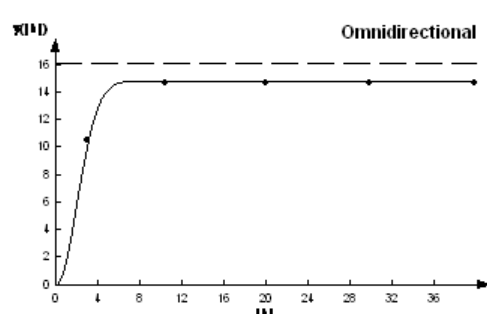
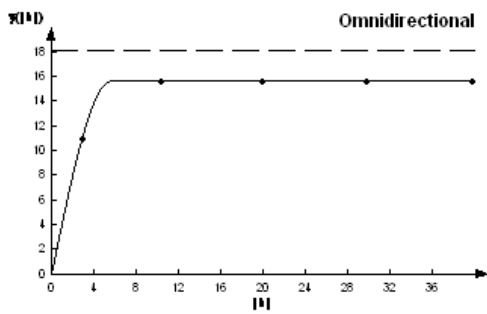
Septiembre 2019



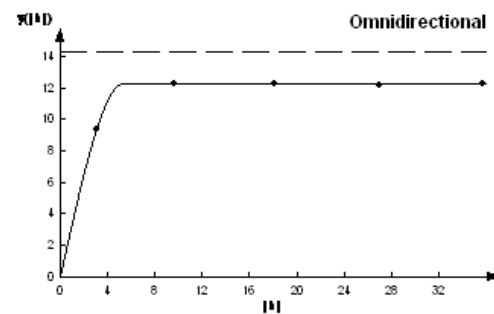
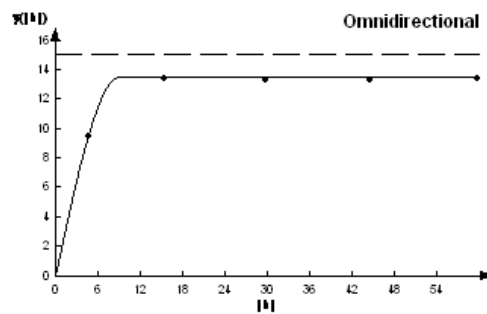
Octubre 2019



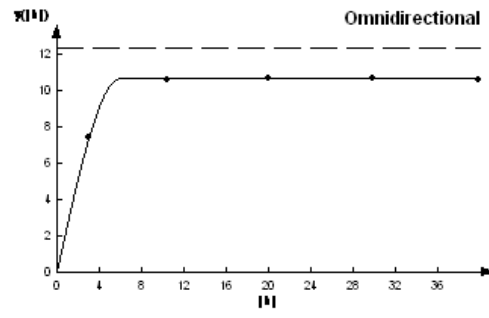
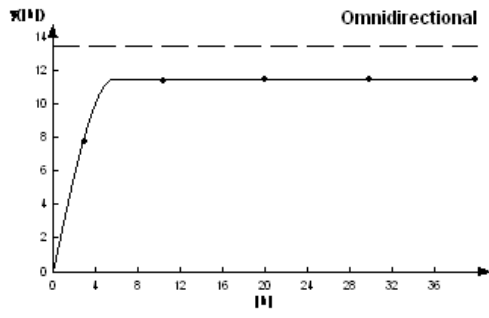
Noviembre 2019



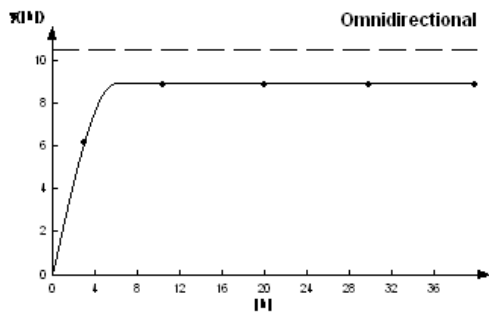
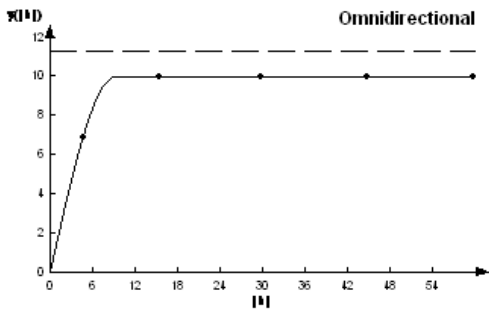
Diciembre 2019



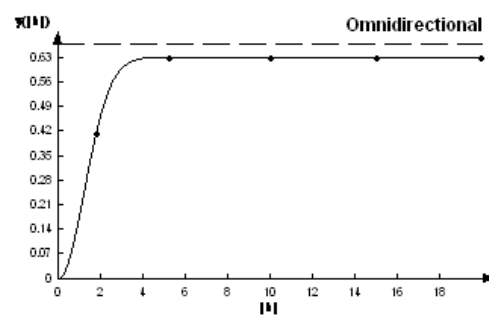
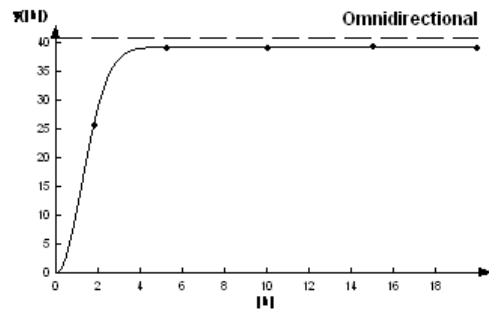
Enero 2020



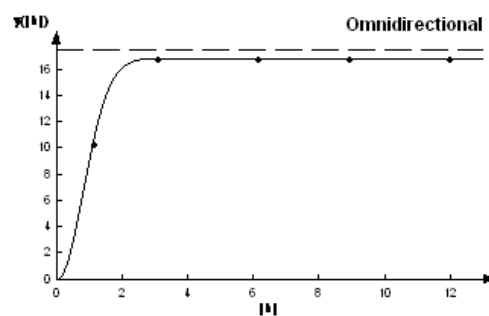
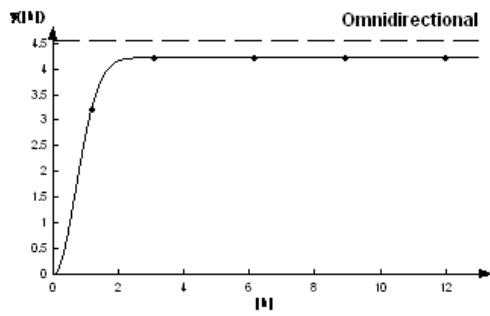
Febrero 2020



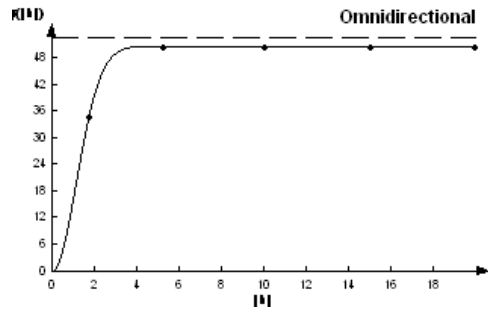
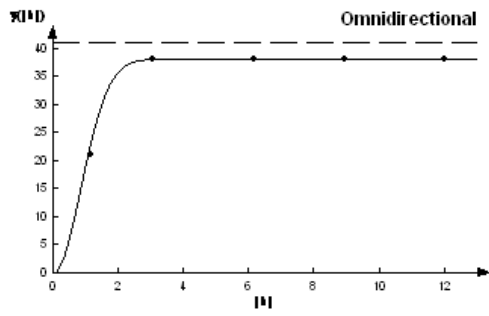
Marzo 2020



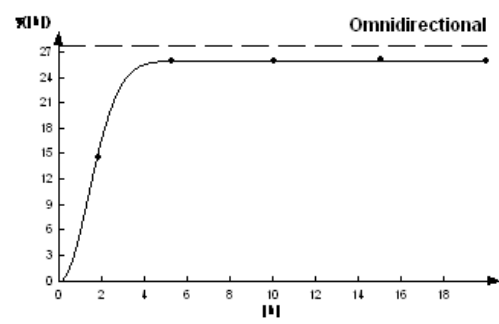
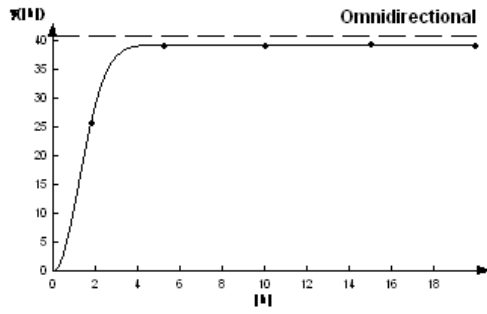
Abril 2020



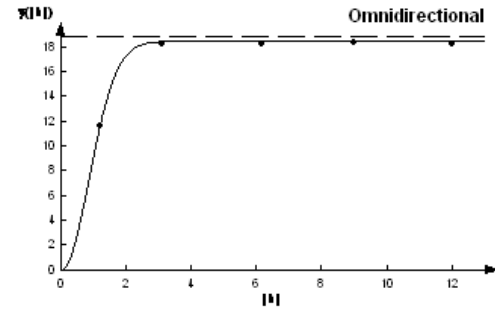
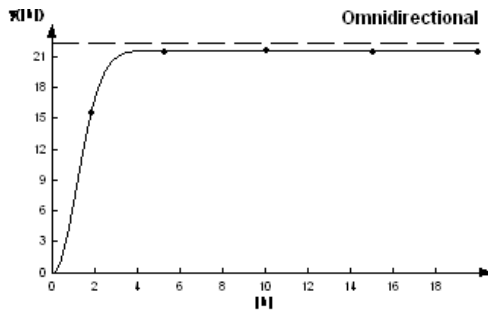
Mayo 2020



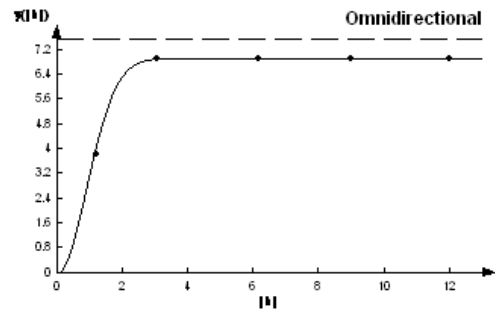
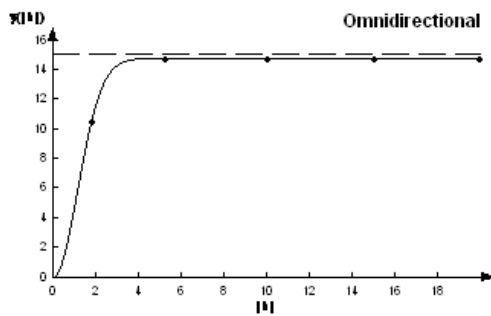
Junio 2020

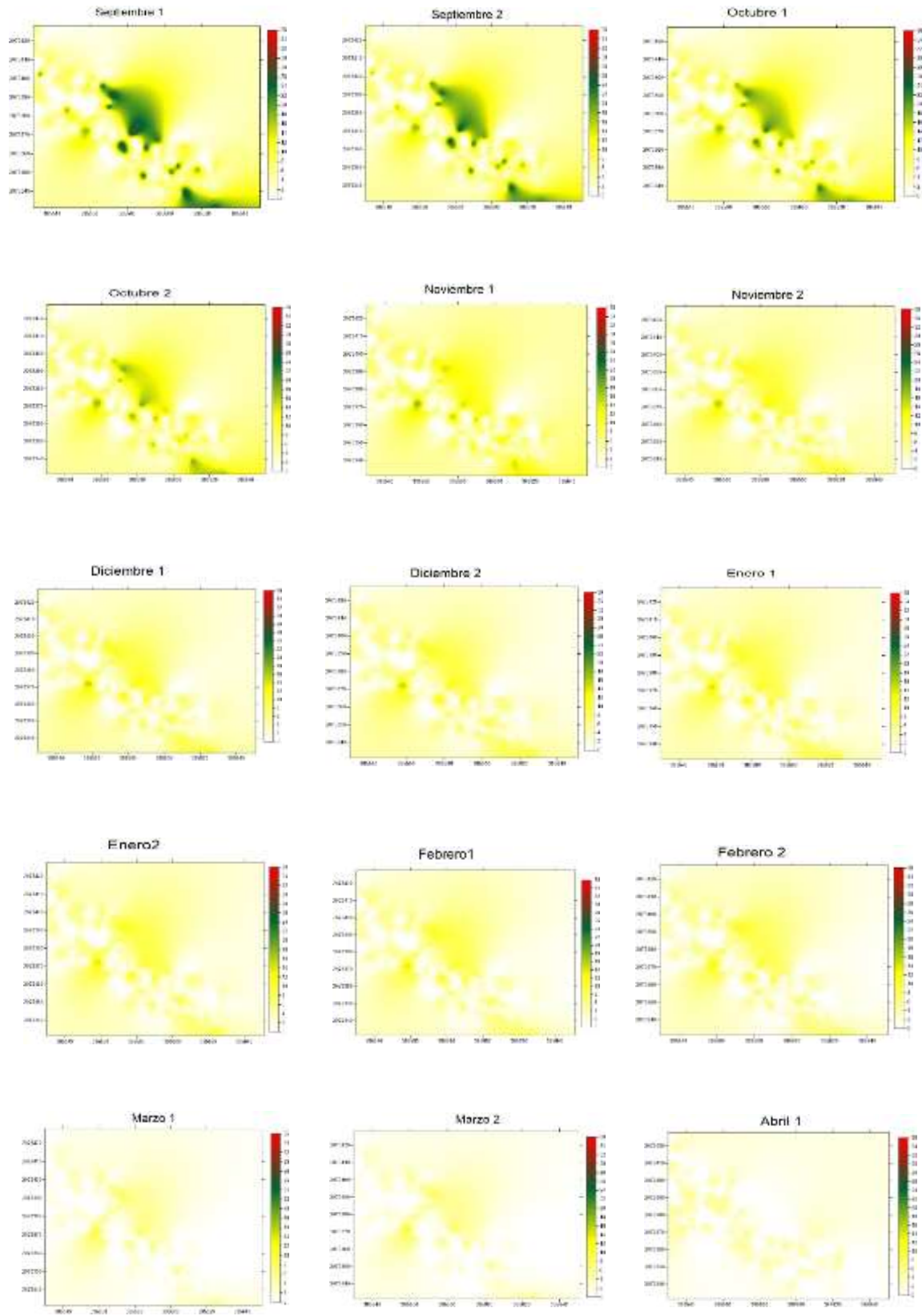


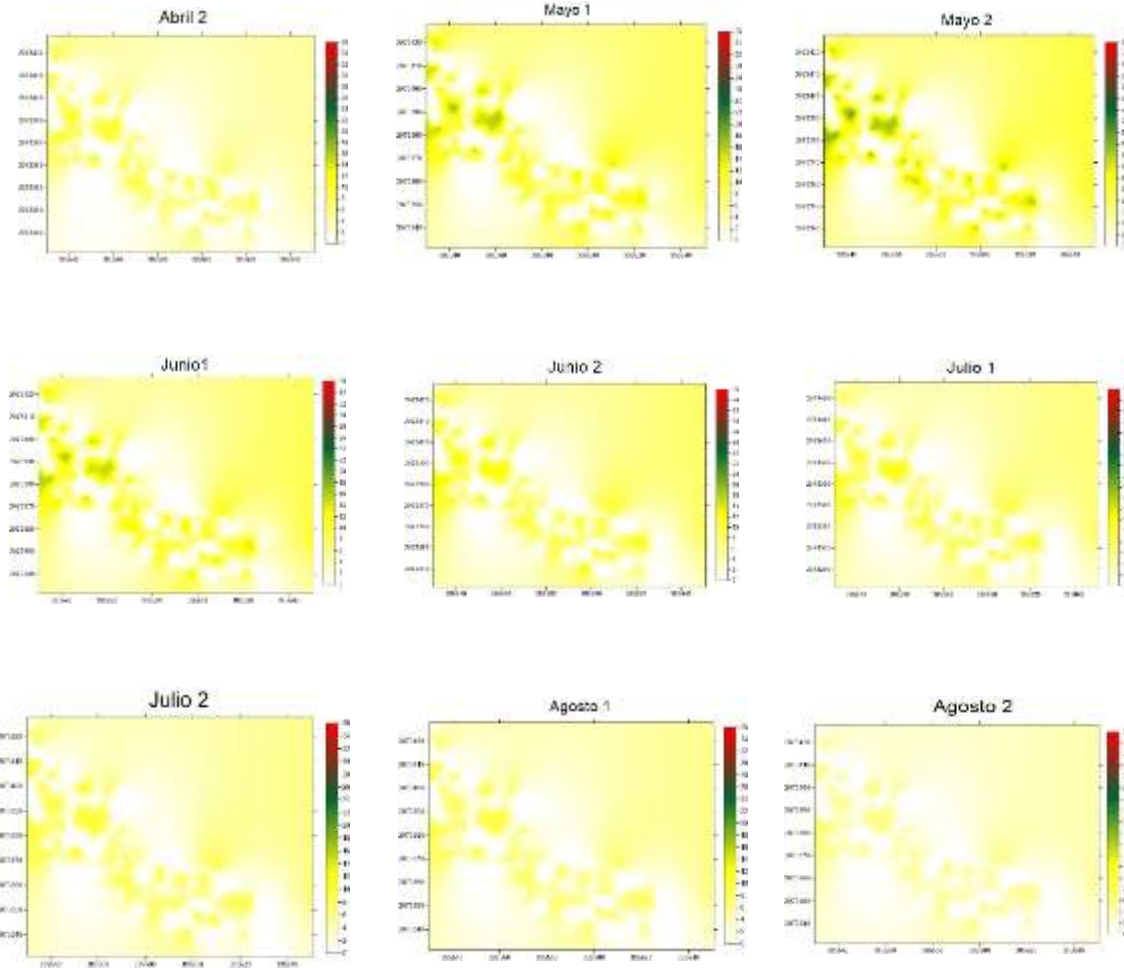
Julio 2020



Agosto 2020



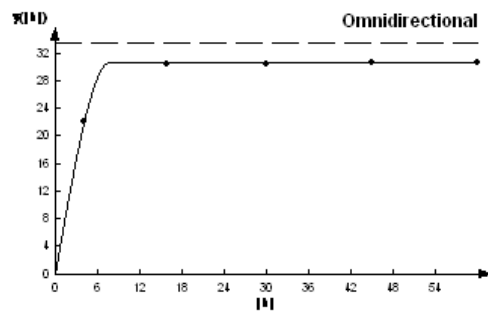
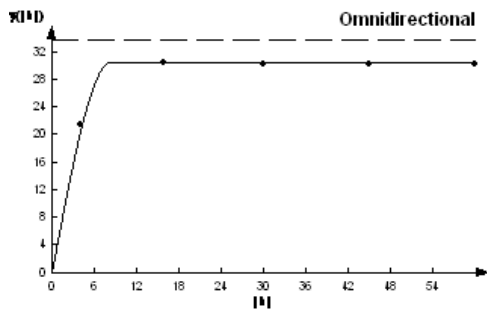




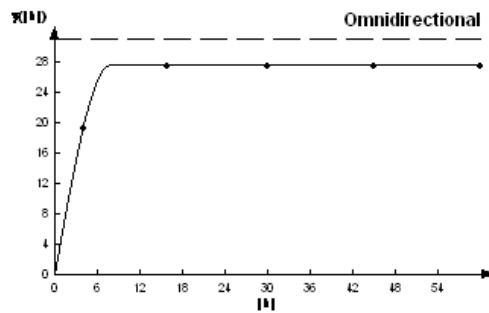
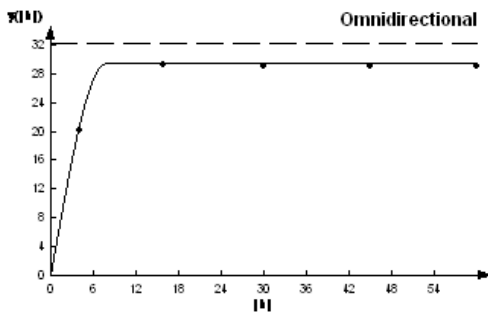
ADOLFO FLORES -PARCELA 6								
MUESTREO	MEDIA	VARIANZA	MODELO	PEPITA	MESETA	RANGO	PEPITA/MESETA	DEPENDENCIA ESPACIAL
sep-01	4.743	13.417	ESFERICO	0	30.67	8.4	0	ALTA
sep-02	4.671	14.062	ESFERICO	0	30.91	7.8	0	ALTA
oct-01	4.509	12.971	ESFERICO	0	29.62	7.8	0	ALTA
oct-02	4.338	12.089	ESFERICO	0	27.63	7.8	0	ALTA
nov-01	4.122	10.99	ESFERICO	0	26.86	7.8	0	ALTA
nov-02	3.834	10.1	ESFERICO	0	25.09	7.8	0	ALTA
dic-01	3.73	9.51	ESFERICO	0	24.38	8.4	0	ALTA
dic-02	3.598	8.8875	ESFERICO	0	22.65	7.8	0	ALTA
ene-01	3.59	8.829	ESFERICO	0	21.45	8.63	0	ALTA
ene-02	3.497	8.163	ESFERICO	0	20.43	7.8	0	ALTA
feb-01	3.489	8.094	ESFERICO	0	19.2	8.4	0	ALTA

feb-02	3.219	7.646	ESFERICO	0	18.27	7.8	0	ALTA
mar-01	1.494	2.636	ESFERICO	0	10.26	5.33	0	ALTA
mar-02	0.869	1.371	ESFERICO	0	6.02	5.33	0	ALTA
abr-01	1.464	0.894	ESFERICO	0	3.35	4.92	0	ALTA
abr-02	2.253	2.764	ESFERICO	0	8.79	5.46	0	ALTA
may-01	3.364	6.83	ESFERICO	0	21.95	3.36	0	ALTA
may-02	4.921	14.658	ESFERICO	0	51.16	6.15	0	ALTA
jun-01	4.255	11.757	ESFERICO	0	44.83	5.33	0	ALTA
jun-02	3.806	9.832	ESFERICO	0	36.64	3.36	0	ALTA
jul-01	3.377	7.769	ESFERICO	0	19.77	5.33	0	ALTA
jul-02	2.974	5.893	ESFERICO	0	23.2	3.36	0	ALTA
ago-01	2.253	3.718	ESFERICO	0	15.67	6.15	0	ALTA
ago-02	1.809	2.615	ESFERICO	0	11.44	5.33	0	ALTA

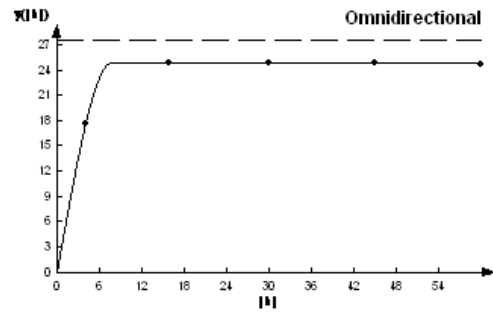
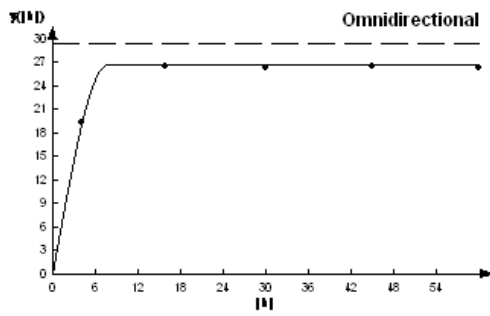
Septiembre 2019



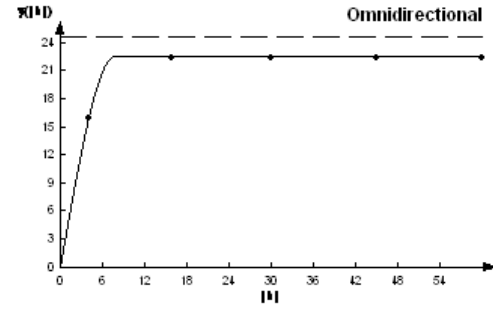
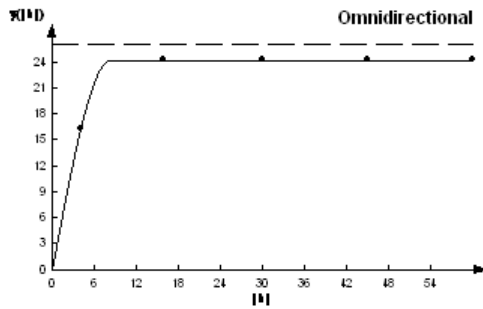
Octubre 2019



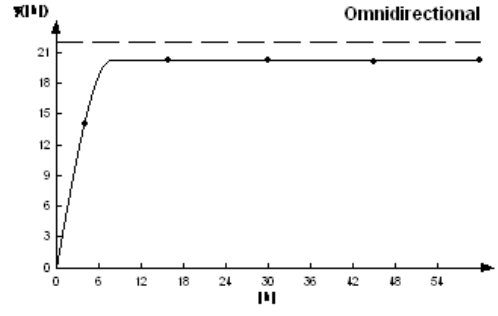
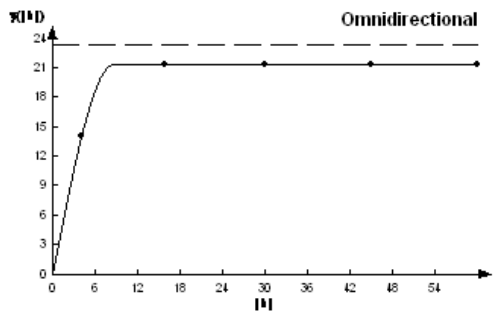
Noviembre 2019



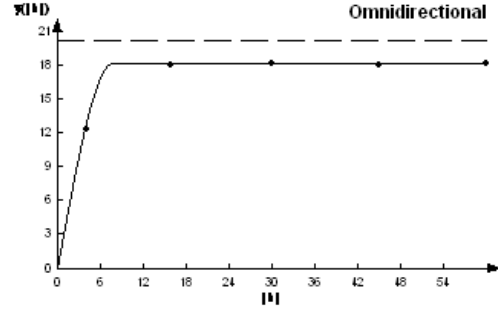
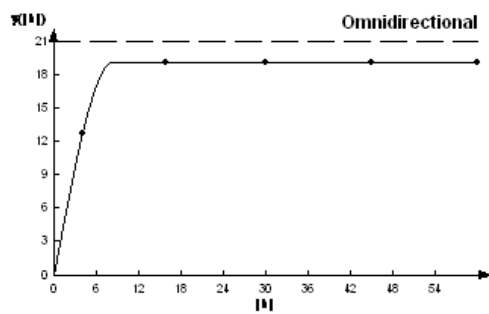
Diciembre 2019



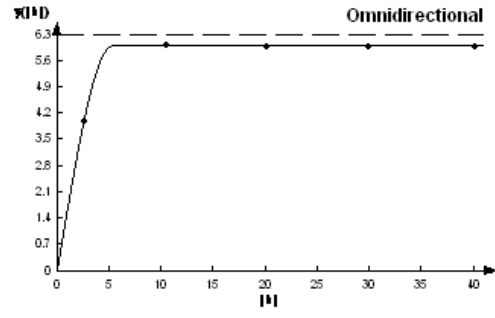
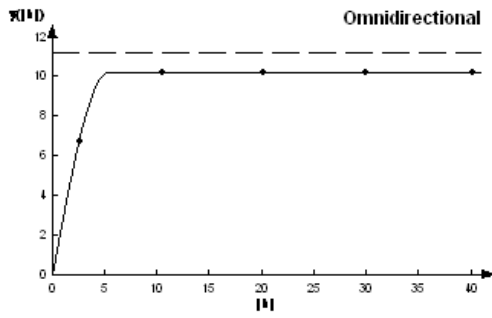
Enero 2020



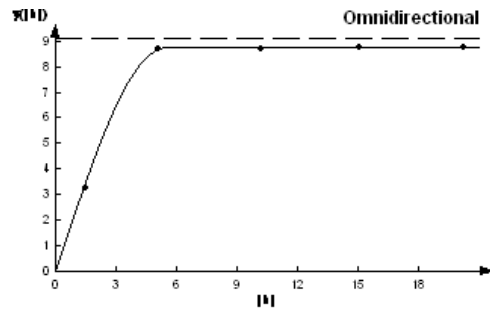
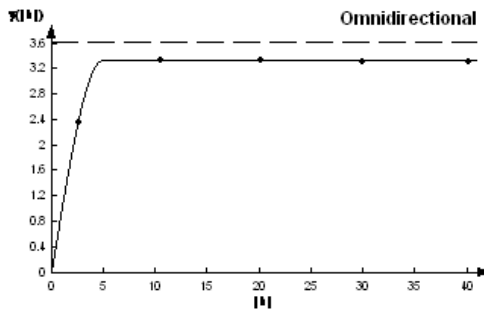
Febrero 2020



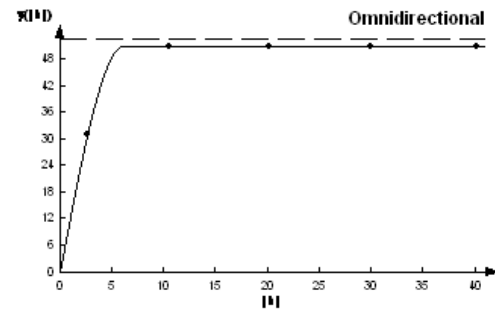
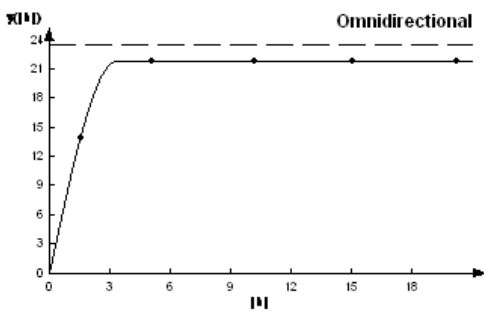
Marzo 2020



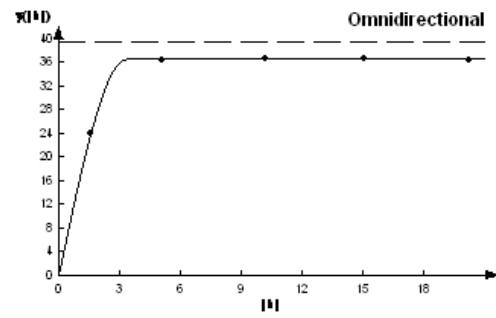
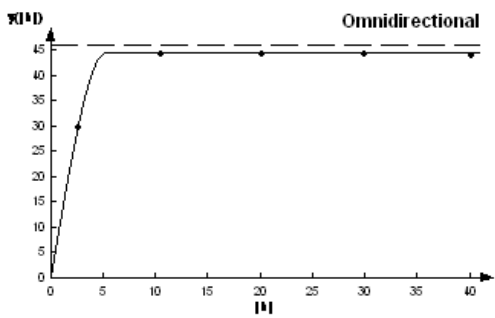
Abril 2020



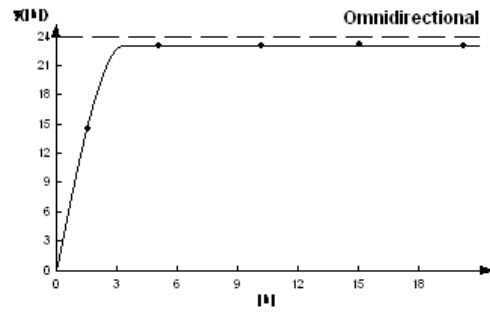
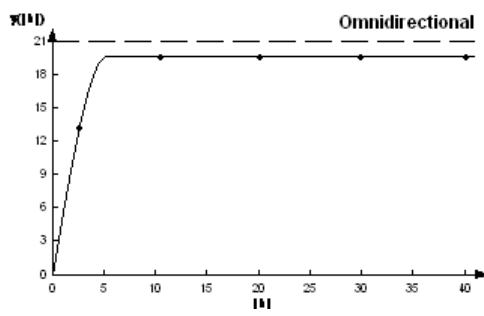
Mayo 2020



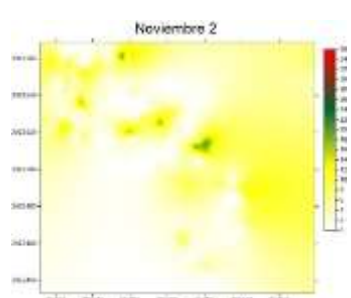
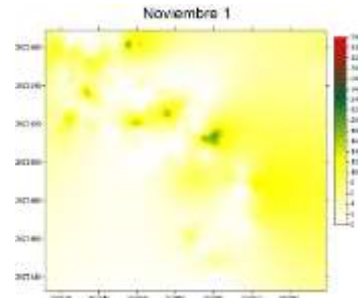
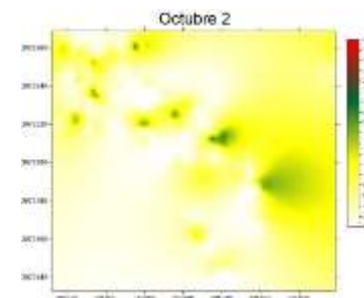
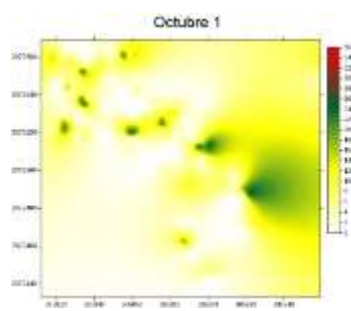
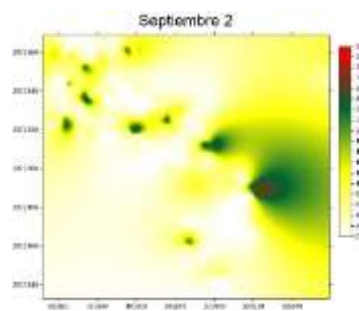
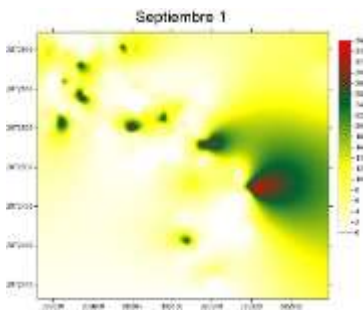
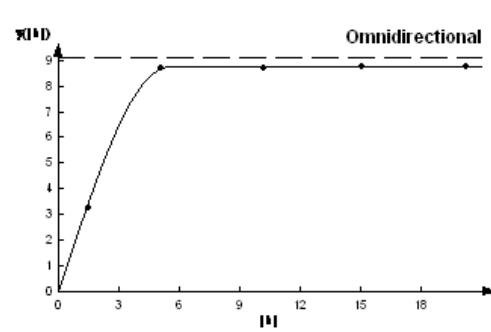
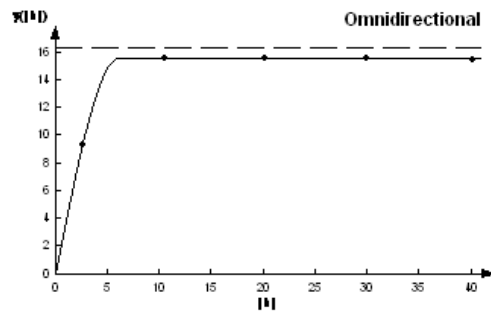
Junio 2020

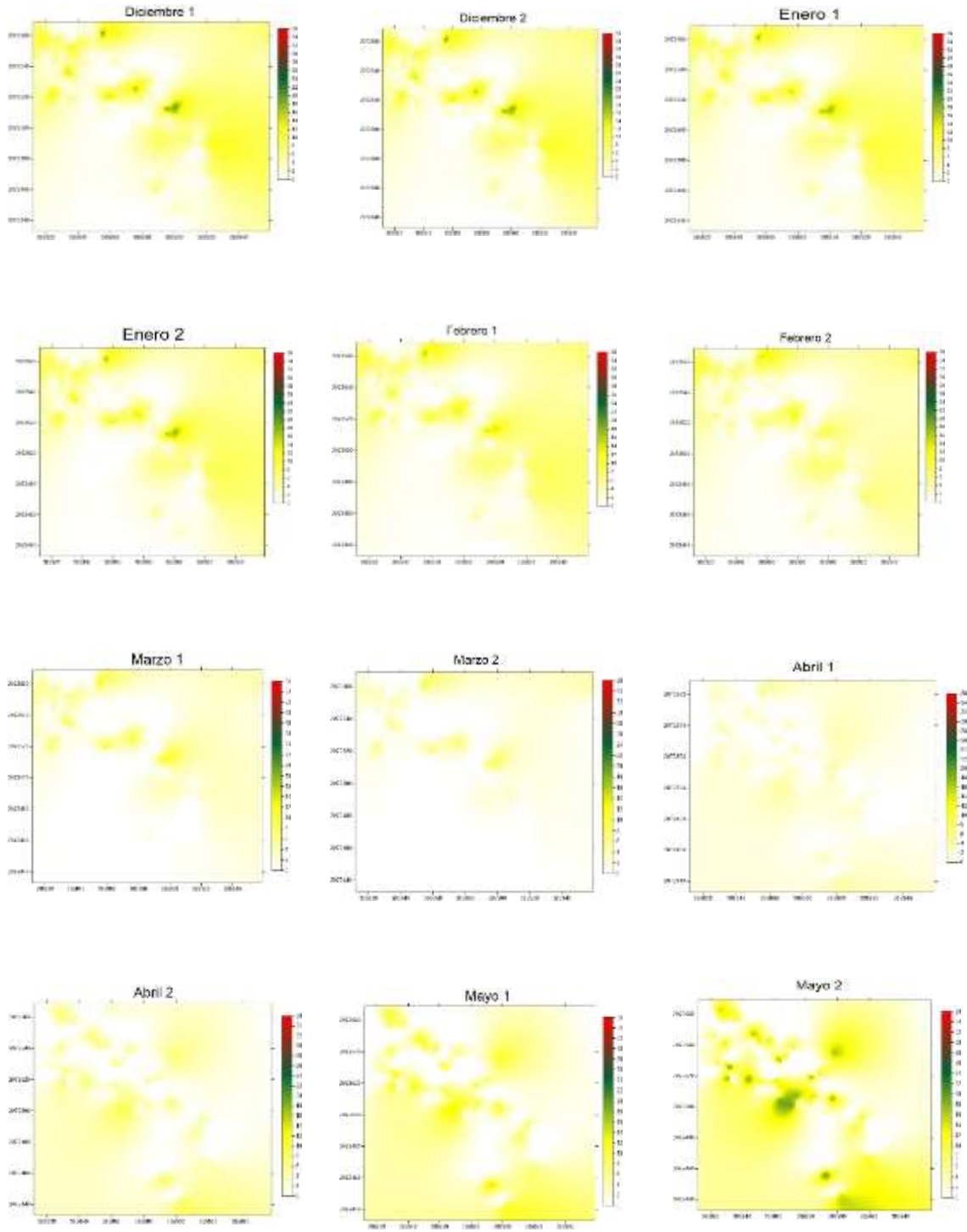


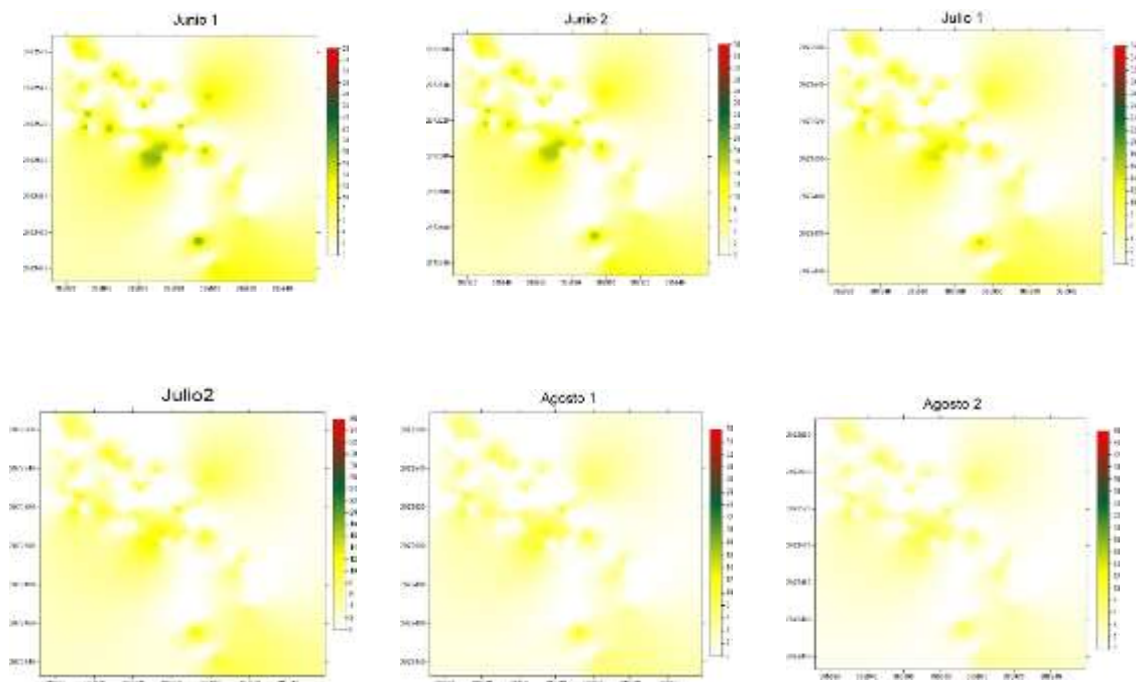
Julio 2020



Agosto 2020







Cuadro 7. Superficie Infestada Sultepec

MUESTREO	PARCELA 1		PARCELA 2		PARCELA 3	
	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %
sep-01	77	23	64	36	79	21
sep-02	77	23	64	36	79	21
oct-01	76	24	63	37	78	22
oct-02	76	24	63	37	78	22
nov-01	75	25	63	37	76	24
nov-02	75	25	62	38	75	25
dic-01	75	25	62	38	75	25
dic-02	75	25	62	38	75	25
ene-01	75	25	62	38	74	26
ene-02	74	26	61	39	74	26
feb-01	74	26	61	39	74	26
feb-02	74	26	61	39	73	27
mar-01	50	50	39	61	45	55
mar-02	47	53	41	59	55	45
abr-01	45	55	43	57	57	43

abr-02	53	47	45	55	59	41
may-01	67	33	47	53	60	40
may-02	69	31	50	50	61	39
jun-01	75	25	53	47	62	38
jun-02	76	24	57	43	62	38
jul-01	79	21	57	43	63	37
jul-02	80	20	58	42	64	36
ago-01	81	19	60	40	65	35
ago-02	82	18	61	39	65	35

MUESTREO	PARCELA 4		PARCELA 5		PARCELA 6	
	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %	SUPERFICIE INFESTADA %	SUPERFICIE NO INFESTADA %
sep-01	54	46	75	25	78	22
sep-02	54	46	75	25	78	22
oct-01	52	48	74	26	77	23
oct-02	52	48	73	27	77	23
nov-01	50	50	73	27	75	25
nov-02	50	50	73	27	75	25
dic-01	50	50	73	27	75	25
dic-02	49	51	73	27	74	26
ene-01	49	51	72	28	74	26
ene-02	49	51	72	28	74	26
feb-01	48	52	71	29	74	26
feb-02	47	53	71	29	73	27
mar-01	28	72	31	69	27	73
mar-02	26	74	35	65	25	75
abr-01	36	64	36	64	31	69
abr-02	38	62	38	62	33	67
may-01	39	61	40	60	37	63
may-02	40	60	42	58	39	61
jun-01	46	54	45	55	41	59
jun-02	47	53	45	54	42	58
jul-01	48	52	47	53	44	56
jul-02	48	52	48	52	45	55
ago-01	50	50	49	51	47	53
ago-02	51	49	49	51	49	51

Cuadro 8. Ahorro Económico Temascaltepec

Parcela	Muestreo	TEMASCALTEPEC					
		Costo en agricultura de precisión (pesos/ha)		Ahorro (pesos /ha)	Cantidad de acaricida aplicado en agricultura de precisión (l/ha)		Ahorro en fungicida (l/ha)
		Convencional	Precisión		Convencional	Precisión	
1	Sep 01-02	1600	1376	224	2.7	2.322	0.378
	Oct 03-04	1600	1360	240	2.7	2.295	0.405
	Total	3200	2736	464	5.4	4.617	0.783
2	Sep 01-02	1600	1056	544	2.7	1.782	0.918
	Oct 03-04	1600	1024	576	2.7	1.728	0.972
	Total	3200	2080	1120	5.4	3.51	1.89
3	Sep 01-02	1600	1120	480	2.7	1.89	0.81
	Oct 03-04	1600	1104	496	2.7	1.863	0.837
	Total	3200	2224	976	5.4	3.753	1.647
4	Sep 01-02	1600	1024	576	2.7	1.728	0.972
	Oct 03-04	1600	1008	592	2.7	1.701	0.999
	Total	3200	2032	1168	5.4	3.429	1.971
5	Sep 01-02	1600	1264	336	2.7	2.133	0.567
	Oct 03-04	1600	1248	352	2.7	2.106	0.594
	Total	3200	2512	688	5.4	4.239	1.161
6	Sep 01-02	1600	1424	176	2.7	2.403	0.297
	Oct 03-04	1600	1408	192	2.7	2.376	0.324
	Total	3200	2832	368	5.4	4.779	0.621
		19200	14416	4784	32.4	24.327	8.073

Parcela	Muestreo	TEMASCALTEPEC					
		Costo en agricultura de precisión (pesos/ha)		Ahorro (pesos /ha)	Cantidad de acaricida aplicado en agricultura de precisión (l/ha)		Ahorro en fungicida (l/ha)
		Convencional	Precisión		Convencional	Precisión	
1	Marzo 01-02	1600	576	1024	2.7	0.972	1.728
	Abril 03-04	1600	304	1296	2.7	0.513	2.187
	Total	3200	880	2320	5.4	1.485	3.915
2	Marzo 01-02	1600	800	800	2.7	1.35	1.35

	Abril 03- 04	1600	688	912	2.7	1.161	1.539
	Total	3200	1488	1712	5.4	2.511	2.889
3	Abril 01-02	1600	848	752	2.7	1.431	1.269
	Mayo 03-04	1600	752	848	2.7	1.269	1.431
	Total	3200	1600	1600	5.4	2.7	2.7
4	Marzo 01-02	1600	736	864	2.7	1.242	1.458
	Abril 03- 04	1600	720	880	2.7	1.215	1.485
	Total	3200	1456	1744	5.4	2.457	2.943
5	Marzo 01-02	1600	736	864	2.7	1.242	1.458
	Abril 03- 04	1600	704	896	2.7	1.188	1.512
	Total	3200	1440	1760	5.4	2.43	2.97
6	Marzo 01-02	1600	928	672	2.7	1.566	1.134
	Abril 03-04	1600	720	880	2.7	1.215	1.485
	Total	3200	1648	1552	5.4	2.781	2.619
		19200	8512	10688	32.4	14.364	18.036

Cuadro 9. Ahorro Económico Amatepec

Parcela	Muestreo	AMATEPEC					
		Costo en agricultura de precisión (pesos/ha)		Ahorro (pesos /ha)	Cantidad de acaricida aplicado en agricultura de precisión (l/ha)		Ahorro en acaricida (l/ha)
		Convencional	Precisión		Convencional	Precisión	
1	Sep 01-02	1600	1024	576	2.7	1.728	0.972
	Oct-03, 04	1600	1008	592	2.7	1.701	0.999
	Total	3200	2032	1168	5.4	3.429	1.971
2	Sep 01-02	1600	1088	512	2.7	1.836	0.864
	Oct-03, 04	1600	1072	528	2.7	1.809	0.891
	Total	3200	2160	1040	5.4	3.645	1.755
3	Sep 01-02	1600	1120	480	2.7	1.89	0.81
	Oct-03, 04	1600	1104	496	2.7	1.863	0.837
	Total	3200	2224	976	5.4	3.753	1.647
4	Sep 01-02	1600	1216	384	2.7	2.052	0.648
	Oct-03, 04	1600	1200	400	2.7	2.025	0.675
	Total	3200	2416	784	5.4	4.077	1.323

5	Sep 01-02	1600	1312	288	2.7	2.214	0.486
	Oct-03, 04	1600	1296	304	2.7	2.187	0.513
	Total	3200	2608	592	5.4	4.401	0.999
6	Sep 01-02	1600	944	656	2.7	1.593	1.107
	Oct-03, 04	1600	928	672	2.7	1.566	1.134
	Total	3200	1872	1328	5.4	3.159	2.241
		19200	13312	5888	32.4	22.464	9.936

Parcela	Muestreo	AMATEPEC					
		Costo en agricultura de precisión (pesos/ha)		Ahorro (pesos /ha)	Cantidad de acaricida aplicado en agricultura de precisión (l/ha)		Ahorro en fungicida (l/ha)
		Convencional	Precisión		Convencional	Precisión	
1	Marzo 01-02	1600	1312	288	2.7	2.214	0.486
	Abril 03-04	1600	320	1280	2.7	0.54	2.16
	Total	3200	1632	1568	5.4	2.754	2.646
2	Marzo 01-02	1600	1392	208	2.7	2.349	0.351
	Abril 03-04	1600	1376	224	2.7	2.322	0.378
	Total	3200	2768	432	5.4	4.671	0.729
3	Abril 01-02	1600	656	944	2.7	1.107	1.593
	Mayo 03-04	1600	768	832	2.7	1.296	1.404
	Total	3200	1424	1776	5.4	2.403	2.997
4	Marzo 01-02	1600	368	1232	2.7	0.621	2.079
	Abril 03-04	1600	848	752	2.7	1.431	1.269
	Total	3200	1216	1984	5.4	2.052	3.348
5	Marzo 01-02	1600	480	1120	2.7	0.81	1.89
	Abril 03-04	1600	512	1088	2.7	0.864	1.836
	Total	3200	992	2208	5.4	1.674	3.726
6	Marzo 01-02	1600	288	1312	2.7	0.486	2.214
	Abril 03-04	1600	464	1136	2.7	0.783	1.917
	Total	3200	752	2448	5.4	1.269	4.131
		19200	8784	10416	32.4	14.823	17.577

Cuadro 10. Ahorro Económico de Sultepec

Parcela	Muestreo	SULTEPEC					
		Costo en agricultura de precisión (pesos/ha)		Ahorro (pesos /ha)	Cantidad de acaricida aplicado en agricultura de precisión (l/ha)		Ahorro en acaricida (l/ha)
		Convencional	Precisión		Convencional	Precisión	
1	Sep 01-02	1600	1024	576	2.7	1.728	0.972
	Oct 03-04	1600	1216	384	2.7	2.052	0.648
	Total	3200	2240	960	5.4	3.78	1.62
2	Sep 01-02	1600	1088	512	2.7	1.836	0.864
	Oct 03-04	1600	1008	592	2.7	1.701	0.999
	Total	3200	2096	1104	5.4	3.537	1.863
3	Sep 01-02	1600	1120	480	2.7	1.89	0.81
	Oct 03-04	1600	1248	352	2.7	2.106	0.594
	Total	3200	2368	832	5.4	3.996	1.404
4	Sep 01-02	1600	1216	384	2.7	2.052	0.648
	Oct 03-04	1600	832	768	2.7	1.404	1.296
	Total	3200	2048	1152	5.4	3.456	1.944
5	Sep 01-02	1600	1312	288	2.7	2.214	0.486
	Oct 03-04	1600	1168	432	2.7	1.971	0.729
	Total	3200	2480	720	5.4	4.185	1.215
6	Sep 01-02	1600	944	656	2.7	1.593	1.107
	Oct 03-04	1600	1232	368	2.7	2.079	0.621
	Total	3200	2176	1024	5.4	3.672	1.728
		19200	13616	5584	32.4	22.977	9.423

PARCELA	MUESTREO	SULTEPEC					
		Costo en agricultura de precisión (pesos/ha)		Ahorro (pesos /ha)	Cantidad de acaricida aplicado en agricultura de precisión (l/ha)		Ahorro en fungicida (l/ha)
		Convencional	Precisión		Convencional	Precisión	
1	Marzo 01-02	1600	800	800	2.7	1.35	1.35
	Abril 03-04	1600	720	880	2.7	1.215	1.485
	Total	3200	1520	1680	5.4	2.565	2.835
2	Marzo 01-02	1600	624	976	2.7	1.053	1.647

	Abril 03-04	1600	688	912	2.7	1.161	1.539
	Total	3200	1312	1888	5.4	2.214	3.186
3	Abril 01-02	1600	720	880	2.7	1.215	1.485
	Mayo 03-04	1600	912	688	2.7	1.539	1.161
	Total	3200	1632	1568	5.4	2.754	2.646
4	Marzo 01-02	1600	448	1152	2.7	0.756	1.944
	Abril 03-04	1600	576	1024	2.7	0.972	1.728
	Total	3200	1024	2176	5.4	1.728	3.672
5	Marzo 01-02	1600	496	1104	2.7	0.837	1.863
	Abril 03-04	1600	576	1024	2.7	0.972	1.728
	Total	3200	1072	2128	5.4	1.809	3.591
6	Marzo 01-02	1600	432	1168	2.7	0.729	1.971
	Abril 03-04	1600	496	1104	2.7	0.837	1.863
	Total	3200	928	2272	5.4	1.566	3.834
		19200	7488	11712	32.4	12.636	19.764