

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
Facultad de Agronomía  
Departamento de Protección Agrícola y Forestal



TESIS

Evaluación rápida del uso de Trampas de  
Feromonas para la captura  
de *Ips calligraphus* y sus enemigos naturales en  
San Fernando (Nueva Segovia).

Autora: Diana Casimiro-Soriguer  
Asesor: Ing. Alberto Sediles Jaén

Managua, Nicaragua.  
Abril, 2007.

## **Dedicatoria.**

A Tina.

## **Agradecimientos.**

Agradezco a todos los que me han ayudado, de un modo u otro, a llevar a buen término esta tesis.

Especialmente al Ing. Alberto Sediles, por su predisposición, conocimientos y gran paciencia que ha tenido conmigo.

A la alcaldía del Municipio de San Fernando, en especial a Mario Ruiz, que me brindó una gran ayuda a la hora de realizar el trabajo de campo.

A Bismarck López, porque sin su colaboración me hubiese sido imposible la correcta identificación de los insectos.

Mi agradecimiento también para los profesores Freddy Alemán y Óscar González, que me asistieron en el difícil mundo estadístico.

Y a mis amigos.

## **ÍNDICE:**

Índice de Figuras.....	2
Índice de Cuadros.....	3
Índice de Mapas.....	4
Índice de Fotografías.....	5
Resumen.....	6
Summary.....	7
<b>I.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>II.-OBJETIVO.....</b>	<b>14</b>
Objetivo General.....	14
Objetivos específicos.....	14
<b>III.- REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
Descripción de la plaga en estudio.....	15
Reconocimiento, prevención y control de Ips sp.....	19
Descripción de árboles afectados por Ips sp. en el área de estudio.....	23
Manejo de los pinos en esta área.....	28
<b>IV.- MATERIALES Y MÉTODO.....</b>	<b>29</b>
Descripción Del Área De Estudio:.....	29
1.- Localización.....	29
2.- Clima.....	33
3.- Geología y Suelo.....	35
4.- Geomorfología e Hidrología.....	38
5.- Vegetación.....	41
6.- Fauna.....	47
7.- Socioeconomía.....	51
Materiales.....	57
Metodología.....	58
<b>VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>64</b>
Resultados numéricos.....	64
Análisis estadístico de los resultados.....	73
<b>VII.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>VIII.- RECOMENDACIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>VIII.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>78</b>
Bibliografía citada.....	78
Bibliografía consultada.....	79

<b>ANEXO I:</b> Tablas de Resultados de las Capturas e Identificación. ....	81
<b>ANEXO II:</b> Datos de Precipitación.....	88
<b>ANEXO III:</b> Salidas SAS (Datos originales).....	89
<b>ANEXO IV:</b> Salidas SAS (Datos transformados).....	92

## Índice de Figuras.

Figuras:	Página:
1. Detalle del declive elitral de <i>Ips calligraphus</i> macho.....	16
2. Detalle del declive elitral de <i>Ips calligraphus</i> hembra.....	16
3. Precipitaciones de los meses de muestreo.....	34
4. Distribución de población en el Municipio de San Fernando. Rural o urbana.....	53
5. Capturas del Tratamiento 1.....	65
6. Capturas del Tratamiento 4.....	66
7. <i>Ips</i> sp. capturados en T4.....	67
8. Capturas con feromona de <i>Ips calligraphus</i> en la Unión.....	68
9. Capturas con feromona de <i>Ips calligraphus</i> en las Tapias.....	68
10. Capturas con feromona de <i>Ips calligraphus</i> en San José.....	69
11. Comparación entre el Total de Insectos capturados con los dos tipos de Tratamientos, T1 y T4.....	70
12. Comparación entre el Total de <i>Ips</i> sp. capturados con los dos tipos de Tratamientos, T1 y T4.....	70
13. Comparación entre Otros Insectos capturados con los dos tipos de Tratamientos, T1 y T4.....	71
14. Comparación entre el n° de <i>Ips</i> sp. capturados en T4 y la Precipitación.....	72
15. Media de capturas de <i>Ips calligraphus</i> según los distintos Tratamientos.....	75

## Índice de Cuadros.

Cuadros:	Página:
1. Características de las Trampas; coordenadas, altitud, comunidad, finca y propietario de la finca.....	32
2. Distribución de la población según sexo.....	53
3. Distribución de la población a partir de 15 años y según sexo.....	54
4. Viviendas.....	54
5. Materiales.....	57
6. Tratamiento aplicado a cada una de las cinco trampas.....	60
7. Análisis de las medias de las capturas de <i>Ips calligraphus</i> mediante los distintos Tratamientos.....	74
8. Análisis de las medias de las capturas de <i>Ips calligraphus</i> en las distintas fechas.....	75
9. Resultados de la colecta e identificación del 27/12/2006.....	82
10. Resultados de la colecta e identificación del 08/01/2007.....	83
11. Resultados de la colecta e identificación del 18/01/2007.....	84
12. Resultados de la colecta e identificación del 29/01/2007.....	85
13. Resultados de la colecta e identificación del 09/02/2007.....	86
14. Resultados de la colecta e identificación del 24/02/2007.....	87
15. Datos de Precipitación.....	88

## Índice de Mapas.

<b>Mapas:</b>	<b>Página:</b>
1. Localización de Nueva Segovia.....	29
2. Localización de San Fernando, accesos existentes.....	31
3. Localización de las Trampas.....	32
4. Clasificación climática de Köppen.....	33
5. Cobertura boscosa de Nicaragua en el año 1983.....	42
6. Cobertura boscosa de Nicaragua en el año 2000.....	43
7. Vegetación del municipio de San Fernando.....	44

## Índice de Fotografías.

Fotografías:	Página:
1. <i>Ips calligraphus</i> .....	18
2. Relieve característico de la zona.....	39
3. Detalle de árbol atacado por <i>Ips sp.</i> .....	45
4. Guardatinaja.....	48
5. Guatusa.....	48
6. Guardabarranco.....	49
7. Ganadería de la Unión.....	50
8. Gallináceas en Santa Clara.....	50
9. Café secándose, El Amparo.....	52
10. Escuela de El Amparo.....	55
11. Trampa “Lindgren non sticky funnel trap”.....	59
12. Vaso colector de trampa, con insectos.....	59
13. Insectos en un bote entomológico.....	61
14. Foto olectando insectos.....	61

## Resumen.

El presente estudio fue realizado para evaluar la efectividad de una feromona sexual para monitorear las poblaciones de gorgojos descortezadores; particularmente del gorgojo descortezador secundario *Ips calligraphus*, la fluctuación poblacional de dicho gorgojo y la de dos depredadores de éstos, *Tecnochila sp* y *Enoclerus sp*.

En el contexto del estudio un total de cinco trampas tipo “Lindaren non sticky trap” fueron ubicadas en 3 lugares forestales: Las Tapias, San José y La Unión, en el Municipio de San Fernando, Nueva Segovia; pero solamente dos trampas fueron directamente evaluadas bajo la responsabilidad de la autora del presente estudio.

Una trampa fue cebada con feromona sexual de *Ips calligraphus*, y la otra no. El estudio fue realizado durante el período de Diciembre 2006 a Marzo 2007.

En los tres sitios estudiados la feromona sexual fue altamente específica ( $P < 0.001$ ) para atraer *Ips calligraphus*, la fluctuación poblacional del insecto no difirió en los tres sitios estudiados, sin embargo el mayor número de *Ips calligraphus* fue capturado en las tapias. El objetivo de observar la fluctuación poblacional de depredadores *Tecnochila sp.* o *Enoclerus sp.* no fue llevado a cabo debido a que no cayó ninguno en las trampas de estudio.

## Summary.

The present study was carried out to evaluate the effectiveness of a specific insect sex pheromone to monitor bark beetle populations; particularly the case of the secondary bark beetle *Ips calligraphus*, the population fluctuation of the beetle and the population fluctuation of the two predators *Tennochila* and *Enoclerus* was also studied. In the context of the study a total of five traps type Lindgren non sticky trap were placed in three pine forest places: Las Tapias, San Jose y La Union in San Fernando, Nueva Segovia, but only two traps were directly evaluated under the responsibility of the author of the present study. One trap was baited with a specific insect sex pheromone for *Ips calligraphus*, and the other trap was not baited, it was only the trap. The study was carried out during the months December 2006 to March 2007. In all the three pine forest places the study showed that the sex pheromone treatment was highly specific (  $P < 0.0001$  ) to attract *Ips calligraphus*, therefore, the population fluctuation of the studied *Ips* was not so different in the three forest places, nevertheless the higher number of beetles was captured in Las tapias. Unexpected not one predator *Tennochila* or *Enoclerus* was capture in any of the three study places.

## I.- INTRODUCCIÓN.

Nicaragua por sus características geográficas (limitada por el Océano Pacífico al oeste y el Mar Caribe al este) y fisiográficas; posee una gran variedad de ecosistemas, entre los que se encuentran bosques latifoliados, bosques de coníferas, bosque tropical seco, bosque tropical húmedo, manglares, etc.

De los suelos clasificados exclusivamente como de "vocación forestal", 1.8 millones de Ha son clasificados para conservación y 4.4 millones para uso sostenible, los suelos para turismo ecológico son aproximadamente 900.000 Ha.

De las áreas forestales, aproximadamente 2.5 millones de hectáreas se encuentran deforestadas y están siendo utilizadas para producción pecuaria extensiva, están abandonadas o con arbustos y gramíneas mezcladas. (PAANIC 93, 2001).

De las restantes áreas forestales, cerca del 88% (3.8 millones de hectáreas) tienen una cubierta forestal tropical húmeda, otros 0.5 millones de hectáreas son de bosques de pino, la mayoría de las cuales están clasificadas con potencial productivo, para las cuales existe alguna base técnica para el manejo sostenible. (PAANIC 93, 2001).

En la zona norte del país y en particular la zona de Nueva Segovia, existe una formación montañosa que se sitúa a lo largo de la frontera con Honduras. En ese sistema montañoso conocido como cordillera "Dipilto-Jalapa", se encuentra el Municipio de San Fernando, donde se ha realizado el presente proyecto.

Es en este área en el que se concentra la mayor extensión de pinar, y la producción e industrialización del pino ha representado la actividad económica más importante de esta zona, por tanto toda afectación a este sector representa un fuerte golpe a su economía afectando directamente sus niveles de vida.

Además de la consideración socioeconómica, los bosques de pinos tienen un alto valor ya que albergan gran biodiversidad y proporcionan diversos bienes y servicios ambientales, como pueden ser la mitigación de impactos en desastres, la recarga de acuíferos, la captura de carbono, la retención de suelo, etc.

Sin embargo, los periodos de sequía prolongados, huracanes, los incendios, la inadecuada densidad de árboles, la mala gestión de algunos bosques y la decrepitud de determinados especímenes demasiado viejos, entre otros factores, en los últimos años han predispuesto al bosque de pinos al ataque de plagas, principalmente el de los gorgojos descortezadores del pino: *Dendroctonus sp.* e *Ips sp.* (Coleóptera: Scolytidae).

La combinación de estos factores ha producido en años recientes efectos negativos sobre los 3,8 millones de hectáreas de pinares nativos (*Pinus sp.*) de América Central. El fenómeno climático llamado El Niño, a mediados de la década de los noventa, produjo condiciones de sequía y acumulación de combustible, con los consiguientes incendios forestales graves en América Central en 1998. En octubre del mismo año, el huracán Mitch llevó fuertes vientos y lluvias a esta zona, causando inundaciones y avalanchas de barro que devastaron aldeas, bosques e infraestructuras, sobre todo en Honduras y Nicaragua.

En los años siguientes (1999 a 2003), una invasión sin precedentes en toda la región de gorgojos descortezadores destruyó unas 90 000 hectáreas de pinares. Para combatir estas plagas se talaron árboles infestados y árboles sanos adyacentes en extensas superficies. Dada la magnitud de la plaga y debido a falta de mercados para la madera, la mayoría de los árboles muertos en pie y talados se dejaron sobre el terreno, lo que aumentó enormemente la masa combustible. En 2003, extinguidas casi todas las plagas de gorgojo, las zonas afectadas fueron pasto de grandes incendios y aumentaron considerablemente las poblaciones de plagas secundarias, siendo el caso de los *Ips sp.*

En el periodo Octubre 1999 - Diciembre 2001, el bosque de pinos de la zona norte-central de Nicaragua experimentó un fuerte brote de gorgojos descortezadores que incidió en 7 departamentos del país con una afectación total de 31,747.70 hectáreas. Nueva Segovia que dispone de 63,193.00 hectáreas de pino fue el departamento con mayor daño ya que se vieron dañadas 31,072.93 hectáreas, lo que significó una afectación del 49,17 % del área de bosque existente. Las especies de gorgojos que se encontraron asociadas al brote 1999-2001 son: *Dendroctonus frontalis*, *Dendroctonus approximatus*, *Dendroctonus valens*, *Ips calligraphus* e *Ips grandicollis* (INAFOR, 2002). El municipio de San Fernando, perteneciente al Departamento de Nueva Segovia, también fue severamente afectado por el ataque.

Por efecto del ataque las pérdidas en Nueva Segovia fueron calculadas 3 millones de m<sup>3</sup> de madera en rollo, provocando unos daños estimados en 37,287,480

dólares por pérdida de madera en pie, y 53,445,443 dólares por el coste de oportunidad (INAFOR, 2002).

Si hacemos mención a los antecedentes, en Nicaragua no se tiene registro fidedigno de los ataques y pérdidas ocasionados por insectos plaga y enfermedades en los bosques. Existen datos de ataques de *Dendroctonus sp.* en pinares durante los años 1964-66, 1975-77, 1984-85 y 1992-1993 (INAFOR, 2002), los que no fueron debidamente documentados, sin embargo dichos ataques tuvieron poco impacto. (FAO, 2004)

Es importante considerar que los gorgojos descortezadores son insectos endémicos del bosque de pinos, han evolucionado con el bosque y se les atribuye una función importante en el proceso de rejuvenecimiento del bosque.

Sin embargo a partir de la década de los 90 la afectación por gorgojos descortezadores ha sido más evidente.

A raíz de este último ataque de gorgojos que afectó gran parte de los bosques de coníferas en el departamento de Nueva Segovia, quedó en evidencia la falta de conocimiento y tecnología local para la prevención y el manejo de brotes epidémicos de los gorgojos lo cual marcó una pauta importante para el trabajo y contribución que instituciones académicas como la UNA podían dar al sector forestal de pinares.

Posterior al ataque se han realizado algunos estudios referentes al conocimiento de la bioecología del gorgojo descortezador del pino, habiéndose ya desarrollado cierta pericia local sobre bioecología, fluctuación poblacional, enemigos naturales

de esta plaga; con particular referencia al caso de *Dendroctonus frontalis* considerada la especie más importante y agresiva.

La UNA en alianza con el INAFOR y con fondos de varios donantes ha realizado estudios bioecológicos mediante el uso de trampas de feromona en al menos tres municipios de Nueva Segovia, los cuales han permitido el desarrollo de un importante conocimiento local sobre las especies de descortezadores más comunes. La Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA) en colaboración con investigadores de la Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco (UCATSE) realizó un estudio sobre la fauna entomológica asociada al pino, con la finalidad de contribuir al manejo integrado de las plagas descortezadoras facilitando claves para la correcta identificación de estos insectos. El resultado de este estudio se plasmó en “Guía para la Identificación de Gorgojos Descortezadores de Pino e Insectos Asociados” por Claudio Nunes Zuffo y Mario Lenin Dávila Arce (2004). Más recientemente en la UNA el Dr. Edgardo Jiménez publicó una guía ilustrada sobre las especies de descortezadores más comunes en Nicaragua.

Ante la inminente amenaza de nuevos ataques, es de suma importancia el diseño de estrategias de prevención y manejo que contribuyan a minimizar ataques futuros de los gorgojos descortezadores, por tanto es de urgencia el estudio de aspectos ligados a la bioecología de los gorgojos para fines como determinar sus especies, predecir ataques y diseñar acciones de terreno para su control.

Uno de los principales problemas para atender en forma adecuada y oportuna la identificación de los diferentes brotes de los ataques de descortezadores, ha sido la falta de un sistema de colección de la información que, mediante un monitoreo constante, permita advertir al usuario sobre una determinada situación de amenaza; en este caso las trampas de feromona constituyen excelentes aliados para la conformación y alimentación de sistemas de alerta temprana que pueden prevenir o minimizar el ataque de plagas.

Los sistemas de monitoreo y alerta pretenden ser tan efectivos como para prever a tiempo probables situaciones de crisis y, simultáneamente, ofrecer la selección de la respuesta apropiada, permitiendo ayudar a reducir la vulnerabilidad socioeconómica de la zona ante los impactos causados por el ataque de descortezadores del pino.

## II.-OBJETIVO

### Objetivo General

Determinar la efectividad del uso de feromona específica para el monitoreo del descortezador secundario del pino, *Ips calligraphus*, en San Fernando, Nueva Segovia.

### Objetivos específicos

Con base a las capturas:

- Ø Determinar si la feromona específica de *Ips calligraphus* es la más adecuada para la captura de estos insectos.
- Ø Reconocer la fluctuación poblacional de *Ips calligraphus* durante los meses de Diciembre 2006 a Marzo 2007 y con ello poder determinar cuando se está conformando una gran plaga y así poder tomar las medidas preventivas oportunas.
- Ø Reconocer la fluctuación poblacional de los insectos depredadores *Temnochila sp.* y *Enoclerus sp.* durante los meses de Diciembre 2006 a Marzo 2007.
- Ø Comprobar mediante la colocación de varias trampas iguales en tres sitios con características similares, si la efectividad de la feromona es análoga.
- Ø Observar la efectividad de una trampa con feromona en comparación con otra sin feromona.

### III.- REVISIÓN DE LITERATURA.

#### Descripción de la plaga en estudio.

El genero *Ips* taxonómicamente pertenece al Reino: *Animal*, Filum: *Artrópodo*, Clase: *Insecta*, Orden: *Coleóptera*, Familia: *Scolytidae*, Género: *Ips* y Especie: *Ips calligraphus*.

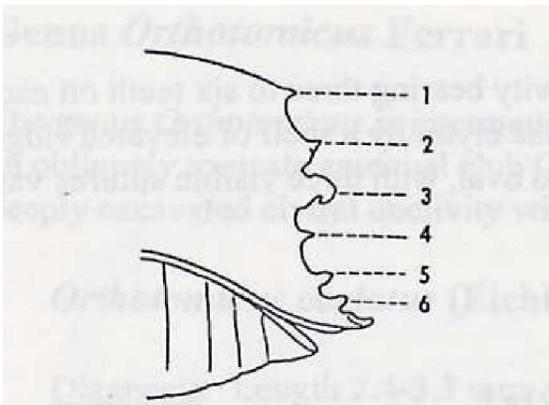
Las especies de este género generalmente no se consideran plagas primarias, ya que rara vez colonizan y matan a los árboles sanos. Los árboles severamente debilitados, los árboles caídos y los residuos de la corta son los sitios preferidos para la reproducción. Se pueden desarrollar poblaciones grandes en rodales en los que los árboles han sido dañados por viento, hielo o tormentas de nieve. A niveles de población altos, los escarabajos descortezadores del género *Ips* pueden colonizar y matar a los árboles sanos.

Los *Ips sp.* también se encuentran comúnmente en asociación con especies de *Dendroctonus sp.* que son destructoras primarias de árboles. En estas circunstancias, las especies de *Dendroctonus sp.* pueden servir para crear en el hospedante las condiciones apropiadas para la colonización por especies del género *Ips* al superar la resistencia del árbol.

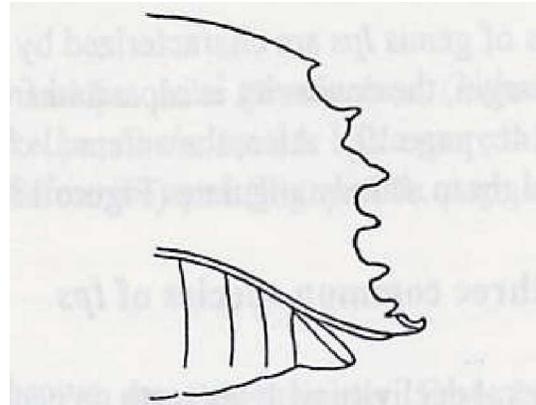
Los daños se producen al causar la muerte directa a los árboles por la obstrucción de su sistema vascular, ya que las larvas viven y se alimentan del cambium y floema secundario, este daño se incrementa por la invasión de los daños de un complejo de hongos manchadores que se reproducen masivamente en el interior

de galerías construidas por los adultos.

En el caso de la especie en estudio *Ips calligraphus*: los adultos son de tamaño mediano, ya que miden entre 3,9 y 5,9 mm. de longitud. Su cuerpo es robusto. El color de los adultos maduros es café rojizo muy oscuro, casi negro, mientras que los adultos inmaduros son café claro. Una característica diagnóstica de esta especie es el presentar seis espinas en cada lado de su declive elitral. En los machos la espina 3 es capitada, con la punta curvada hacia la parte ventral. En las hembras la espina 3 es más pequeña y no capitada. Larva ápoda con cuerpo en forma de “c”, de color blanco cremoso. (Cibrián, 1995).



**Figura 1: Declive elitral del *Ips calligraphus* macho. Fuente: (Rykken y Hanson, 1999).**



**Figura 2: Declive elitral de *Ips calligraphus* hembra. Fuente: (Rykken y Hanson, 1999).**

Con respecto a sus hábitos y ciclo de vida cabe decir que al tener una distribución amplia y estar en diferentes condiciones climáticas, esta especie presenta fuertes variaciones en el número de generaciones por año. Se han encontrado infestaciones con diferentes estados de desarrollo en todos los meses del año, lo

que implica la presencia de varias generaciones de un ciclo estacional. Este número variará con la altitud y será mayor conforme las poblaciones estén ubicadas en lugares más bajos. Los machos inician las infestaciones al penetrar a la corteza para llegar a la zona de cambium, en donde excavan una cámara de 1 a 1.5 cm de diámetro, que sirve para copular con las hembras que llegan posteriormente. Las hembras son atraídas por feromonas que libera el macho, aunque también se atraen más machos a los árboles o a las trozas inicialmente infestadas por algunos individuos. Estos nuevos machos también realizan sus propias cámaras nupciales y también liberan sus feromonas de atracción. En cada cámara existen de dos a cuatro hembras, que después de copular practican galerías individuales, rectas, ubicadas entre la zona de cambium y el floema. El conjunto de túneles, que puede tomar la forma de una “H” o de una “I”, siempre se aprecia limpio, ya que los machos expulsan los materiales residuales a través del orificio de entrada. En la superficie de la corteza se puede identificar un grumo de resina o bien un montículo de aserrín. El primero se encuentra cuando los insectos atacan de forma primaria a sus hospedantes y el segundo cuando se comportan como insectos secundarios. Las hembras ovipositan en ambos lados del túnel y para ello hacen nichos casi contiguos, en cada uno de los cuales depositan un huevecillo. Las larvas después de su nacimiento practican galerías individuales entre el floema y el cambium. Las larvas maduras hacen cámaras ovales en las cuales pasan al estado de pupa. Los nuevos adultos emergen a través de la corteza. (Cibrián, 1995).



**Fotografía 1: Ips Calligraphus.**

Los daños que causan estos descortezadores se pueden dividir en dos tipos, el primero es la muerte de árboles o de partes de ellos y el segundo consiste en la reducción de la calidad de la madera, principalmente por la introducción de hongos manchadores. Causa la muerte de árboles jóvenes y maduros; el los primeros infesta toda la longitud del fuste, aunque su ataque lo inicia de la punta del árbol hacia abajo; en los árboles maduros la infestación causa la muerte de la punta. Puede infestar con rapidez a trocería recién derribada en introducir hongos que eventualmente reducen su valor. (Cibrián, 1995).

## **Reconocimiento, prevención y control de *Ips* sp.**

Al sacar la corteza de un pino con copa amarillenta o roja, se aprecian galerías en forma de "Y" o "H" y vacías de aserrín, éstas señalan ataques por los escarabajos secundarios del género *Ips*. Por lo general, los escarabajos de *Ips* sp. se encuentran en los mismos árboles atacados por el *Dendroctonus frontalis*, ocupando la parte superior del fuste. En el caso de pinos tumbados o trozas, la presencia de aserrín de color café sobre la corteza es otro signo del ataque de *Ips*. Es importante reconocer que los gorgojos del pino del género *Dendroctonus* solamente atacan árboles en pie; en cambio, los de *Ips* sp. prefieren colonizar pinos tumbados o árboles en pie muy debilitados por sequías, resinación severa, fuegos u otras causas y rara vez producen brotes en expansión. (Billings, 2005).

Sin duda, el mejor método para reducir las pérdidas en los bosques debido a este tipo de plagas es aplicar todos los años un buen manejo forestal, monitorear constantemente la condición del rodal y controlar los brotes tan pronto como sean detectados. Se recomiendan las siguientes medidas preventivas para mantener los bosques de pino en estado de buena salud: (Billings, 2005).

- § **Eliminación de los pinos de alto riesgo:** Durante los primeros años del establecimiento de los rodales, se recomiendan los raleos de saneamiento, que consisten en la eliminación de los árboles de mala forma, los bifurcados, los suprimidos, con copas quebradas y los que tienen troncos sinuosos. También, se deben eliminar los árboles infectados severamente por los muérdagos, enfermedades u otros agentes fitosanitarios. Tales árboles

debilitados pueden atraer los gorgojos de los géneros *Dendroctonus* e *Ips*.

- § **Regulación de las densidades:** En los bosques jóvenes, se deben hacer raleos (aclareos) cada 5-10 años empezando a los 8 - 12 años de edad para reducir la competencia entre los árboles y mantener un crecimiento rápido. Los rodales de pino que han sido raleados periódicamente son más capaces de resistir el ataque inicial y también el crecimiento de brotes establecidos. Una densidad ideal de rodal sería entre 18 - 20 metros cuadrados por hectárea. Los árboles con copas escasas, los suprimidos e intermedios, son los primeros a cortar, dejando en pie los árboles dominantes y codominantes con características de buena salud (copa viva y vigorosa).
- § **Evitar los incendios forestales:** Los bosques debilitados frecuentemente por fuegos o incendios son más susceptibles al ataque de gorgojos. En cambio, en los rodales de 10 años o más de edad, las quemas prescritas cada 3-5 años pueden reducir la competencia entre los árboles al eliminar los árboles suprimidos en los rodales muy densos y las plantas en el sotobosque.
- § **Reducir los daños durante el aprovechamiento forestal:** Durante los raleos y otras oportunidades de aprovechar árboles de un rodal, se deben tomar precauciones para minimizar las heridas en los pinos vivos. Al mismo tiempo, se deben marcar y aprovechar los pinos dañados por rayos, operaciones abandonadas de resinación, muérdagos, enfermedades u

otras causas de mala condición. Si algunos árboles quedan sin corteza en los troncos debido al equipo de extracción, éstos también deben ser eliminados del rodal.

- § **Regeneración de los rodales sobremaduros:** Los pinos de edad mayor (más de 60 años) son menos resistentes a los ataques del gorgojo. En bosques comerciales, los rodales sobremaduros deben ser aprovechados y los sitios regenerados nuevamente con pinos.
- § **Plantar los pinos en áreas adecuadas:** Los pinos no crecen bien si no son plantados en sitios adecuados. Los pinos ubicados en suelos muy pobres o no muy profundos tienen un alto riesgo de ser afectados por insectos y enfermedades.
- § **Favorecer los rodales de diversas edades y de especies más resistentes:** Los bosques de pino sufren menos daño de plagas si constan de una diversidad de especies y edades. Por ejemplo, el *Pinus oocarpa* y el *Pinus caribaea* son más susceptible a los ataques de gorgojos en comparación al *Pinus pseudostrobus*. Los bosques de pino mezclados con latifoliados son menos susceptibles al ataque del gorgojo que los bosques puros de estas coníferas. (Billings, 2005).

En resumen, el buen manejo forestal es sumamente importante para asegurar bosques sanos y productivos. Se debe formular y llevar a cabo el plan de manejo forestal durante todas las etapas de crecimiento del rodal. Los rodales de alto

riesgo pueden ser identificados y tratados para reducir su susceptibilidad y potencial para ataques de insectos y enfermedades. Los rodales y bosques que son altamente resistentes al ataque del gorgojo del pino y otras plagas deben ser un primer objetivo del manejo; la silvicultura preventiva ofrece la más práctica y duradera forma de lograr el objetivo. (Billings, 2005).

En Centroamérica, las plagas del gorgojo del pino son cíclicas, ocurriendo por lo general cada 10-20 años y duran de 2-5 años. Durante los períodos de plagas, si no se aplica ningún control, aún los bosques sanos pueden ser atacados por los gorgojos una vez que sus poblaciones aumentan a niveles altos. Así que, es muy importante que el dueño del bosque y/o el técnico forestal se preocupe de la detección y el control a tiempo de los brotes existentes. (Billings, 2005).

Se deben controlar los brotes en expansión mientras que estén pequeños usando el método de cortar y controlar (cortar y dejar), para así reducir las pérdidas económicas y ecológicas. Para detener el avance de brotes muy grandes (más de 10 ha.), se recomienda aplicar una franja de contención, tumbando todos los pinos con los primeros signos de afectación y algunos pinos sanos adyacentes (20-50 m de ancho) alrededor del frente activo. Una vez que el brote esté controlado, se deben seguir tumbando los árboles con evidentes signos de afectación y, finalmente, aprovechar y utilizar los árboles tumbados. De igual manera para no trasladar la plaga a otros lugares, es recomendable descortezar las trozas infestadas, antes del transporte. Este tratamiento además genera empleo local en las comunidades inmediatas a las áreas afectadas por la plaga. (Billings, 2005).

## **Descripción de árboles afectados por *Ips sp.* en el área de estudio.**

### ***Pinus maximinoi***

Árbol que generalmente alcanza 30-35m. de altura, ocasionalmente mayores. La corteza en el árbol joven es delgada y lisa y en el maduro, fisurada, color café rojizo, descascarándose en placas elongadas. Hojas aciculares, generalmente con cinco acículas por fascículo, delgadas, largas con 20-28 cm. de longitud, usualmente con dos canales resiníferos. Conos ovoides, angulares de 5 a 10 cm. de largo y 4 a 7 cm. de ancho, con un pedúnculo oblicuo que se mantiene unido al cono cuando éste cae. Los conos maduran en marzo y abril.

La madera es de color castaño muy pálido, textura media, grano recto, medianamente lustrosa, olor agradable y sabor no característico. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002)

Presenta una densidad media, contracción volumétrica total baja (8.372) con una relación de contracciones desfavorable (2.368); sus propiedades mecánicas se clasifican de muy baja a medianas; seca al aire a una velocidad moderada desarrollando defectos tales como arqueaduras y curvaturas. La madera es susceptible al ataque de hongos cromógenos; moderadamente fácil de trabajar, obteniéndose buenos y atractivos acabados. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002)

El *pinus maximinoi* requiere de altitudes desde 1,200 a 2,000 metros sobre el nivel del mar (msnm). La temperatura media anual requerida oscila entre 12 y 20 °C. La precipitación media anual es de entre 1,000 y 2,000 mm. Los pinos pueden prosperar en terrenos pobres, ácidos, arenos, pedregosos, accidentados y poco

fértiles. *P. maximinoi* es más exigente en suelos que *P. oocarpa* y *P. caribaea*.

Tolera pH de neutro a ácido. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002)

Madera de excelente calidad para construcciones y ebanistería, muy buena para la fabricación de láminas de contrachapado. El fuste curado de esta especie puede ser utilizado como poste para tendido eléctrico. Se pueden fabricar cortinas o persianas flexibles, pulpa y papel. Su madera puede producir buena leña y carbón vegetal. Es apta para ser resinada, de la cual se obtiene la oleo-resina para la fabricación de desinfectantes, pintura, barnices, y otros productos químicos. Como ornamental se utiliza en plantaciones urbanas en parques y bulevares, también como árbol de navidad. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

### ***Pinus caribaea* var. *Hondurensis***

Árbol de tronco recto y cilíndrico con altura de 25 a 35 m., ocasionalmente hasta 45 m. y diámetro a la altura del pecho hasta de 100 cm. Corteza fisurada color café grisáceo. Follaje verde claro, rígido y erecto; las hojas son aciculares generalmente con tres acículas por fascículo y a veces cuatro o cinco, de 12 a 28 cm. de longitud; canales resiníferos internos generalmente de dos a tres. Conos alongados oblongos de 6 a 13 cm. de largo y de 4 a 7.5 cm. de ancho con pedúnculo corto hasta de 1 cm. de longitud; semillas usualmente de 4 a 5 cm. de largo con una sola ala membranosa que se desprende fácilmente. Los conos maduran de mayo a junio. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

Madera con albura de color gris pálido, duramen amarillo pálido; textura fina; grano recto; superficie medianamente lustrosa; olor agradable resinoso; y sabor no

característico. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

Posee una densidad media, contracción volumétrica total baja (8.871) con una relación de contracciones normal (1.728); sus propiedades mecánicas se clasifican de muy baja a medianas; seca al aire a una velocidad moderadamente lenta, desarrollando defectos moderados; susceptible a hongos cromógenos que producen la mancha azul, duramen moderadamente resistente a hongos de pudrición; fácil de tratar con soluciones preservantes en albura y moderadamente tratable en duramen; relativamente fácil de trabajar con herramientas manuales y maquinaria. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

La precipitación media anual requerida por esta especie es de 1,000 a 4,000 mm./año. Los requerimientos de temperatura media anual se sitúan entre 22 y 27 °C. La altitud puede variar entre tierras bajas desde el nivel del mar hasta 1,000 msnm. Crece en suelos poco fértiles, latosoles. No crece bien en suelos con drenajes defectuosos o con una capa dura e impermeable. Tolerancia pH del suelo de neutro a ácido. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

Pueden utilizarse en construcciones livianas, muebles, ebanistería, carpintería, artículos torneados, contrachapados, artesanía, puertas, gabinetes, ventanas, juguetes, postes para líneas de transmisión eléctrica y telefónica (tratados), cortinas o persianas flexibles, pulpa y papel, etc. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

Producen leña y carbón de buena calidad, pudiendo utilizarse para este fin madera de raleo, rama y/o desperdicios. Producen resina, la cual puede ser extraída por

diversos métodos de resinación. De ésta se pueden obtener productos como pintura, barnices, plásticos, aceites, gomas, productos químicos y farmacéuticos. También tienen un uso ornamental plantándolos en parques y calles. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

### ***Pinus oocarpa.***

Árbol que alcanza normalmente 30 m. de altura, ocasionalmente 45 y diámetro hasta de 90-100 cm. a la altura del pecho. Corteza profundamente fisurada, café oscuro, descascarándose en placa gruesa elongadas e irregulares. Hojas aciculares generalmente con cinco acículas por fascículo, eventualmente cuatro o seis, de 12 a 18 cm. de longitud y de 1 a 1.2 mm. de espesor, flexibles, subcoriáceas con tres a ocho canales resiníferos; vainas persistentes. Conos ovoides a cónico-ovoides, persistentes, de 2.5 a 10 cm. de largo y 4 a 7.5 cm. de ancho en pedúnculos de hasta 3 cm. de longitud. Los conos maduran de enero a marzo. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

Presentan madera de color amarillo pálido a castaño, textura fina a media, grano recto, superficie medianamente lustrosa, olor aromático agradable resinoso. Madera con albura de color gris pálido, duramen amarillo pálido; textura fina, grano recto, superficie medianamente lustrosa, olor agradable resinoso y sabor no característico. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

Posee una densidad media, contracción volumétrica total baja (8.871) con una relación de contracciones normal (1.726); sus propiedades mecánicas se clasifican de muy baja a medianas; seca al aire a una velocidad moderadamente lenta,

desarrollando defectos moderados (grietas, arqueaduras y abarquillado); susceptible a hongos cromógenos que producen la mancha azul, duramen moderadamente resistente a hongos de pudrición; fácil de tratar con preservantes en albura y moderadamente tratable en duramen; relativamente fácil de trabajar con herramientas manuales y maquinaria. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

La precipitación media anual requerida oscila entre 750 y 2,000 mm.; temperatura media anual entre 18 y 23 °C y altitud entre 1,000 y 2,500 msnm. Es una especie pionera que puede prosperar en terrenos pobres, arenosos, pedregosos y accidentados. También puede desarrollarse en terrenos de granito, diorita, sedimentario, volcánico, superficiales e infértiles, con pH de neutro a ácido. Es muy resistente a la sequía. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

Pueden utilizarse en construcciones livianas, revestimientos, muebles, ebanistería, carpintería, artículos torneados, contrachapados, artesanía, puertas, gabinetes, ventanas, juguetes, postes para líneas de transmisión eléctrica y telefónica (tratados), cortinas o persianas flexibles, pulpa y papel, etc.

Produce leña y carbón de buena calidad, pudiendo utilizarse para este fin madera de raleos, ramas y/o desperdicios. Las células epiteliales producen resina, la cual es depositada en canales resiníferos longitudinales y transversales y puede ser extraída por diversos métodos de resinación. Con la resina de este pino se produce trementina y colofonia de buena calidad, y de la hoja se extrae aceite esencial utilizado en medicina y perfumería. Este pino ha sido utilizado como ornamental plantándolo en parques y calles. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

## **Manejo de los pinos en esta área.**

Respecto al manejo es indispensable el control de malezas dos o tres veces durante los dos primeros años, así como proteger la plantación del pastoreo, del fuego y del ataque de plagas como el de las hormigas desfoliadoras. A partir del segundo y tercer año de establecida la plantación es importante realizar podas de formación, en las cuales se deberá eliminar las ramas bajas, las bifurcaciones, etc. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

Para la producción de leña, carbón y postes pequeños se debe realizar un solo raleo y cosechar los árboles de 8 a 12 años, dependiendo de la calidad del sitio. Para producción de madera y postes grandes se puede efectuar el primer raleo al momento del cierre del dosel de copas. La corta final puede hacerse con turnos de 25 a 30 años. Para la producción de madera el manejo más adecuado es realizar una poda de rama a los 10 años de los 500 mejores árboles por hectárea; hacer tres o cuatro raleos hasta tener un promedio de 200 árboles/ha. que serán aprovechados en la corta final. El mejor método de regeneración natural es mantener 20-30 árboles padre por hectárea como semillero. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

En el caso del *P. caribaea* y del *P. oocarpa*, la resinación de árboles vivos en los pinos que van a ser aprovechados, debe realizarse 4 ó 6 años antes de la corta, lo cual permite obtener un ingreso adicional sin disminuir el desarrollo del rodal. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

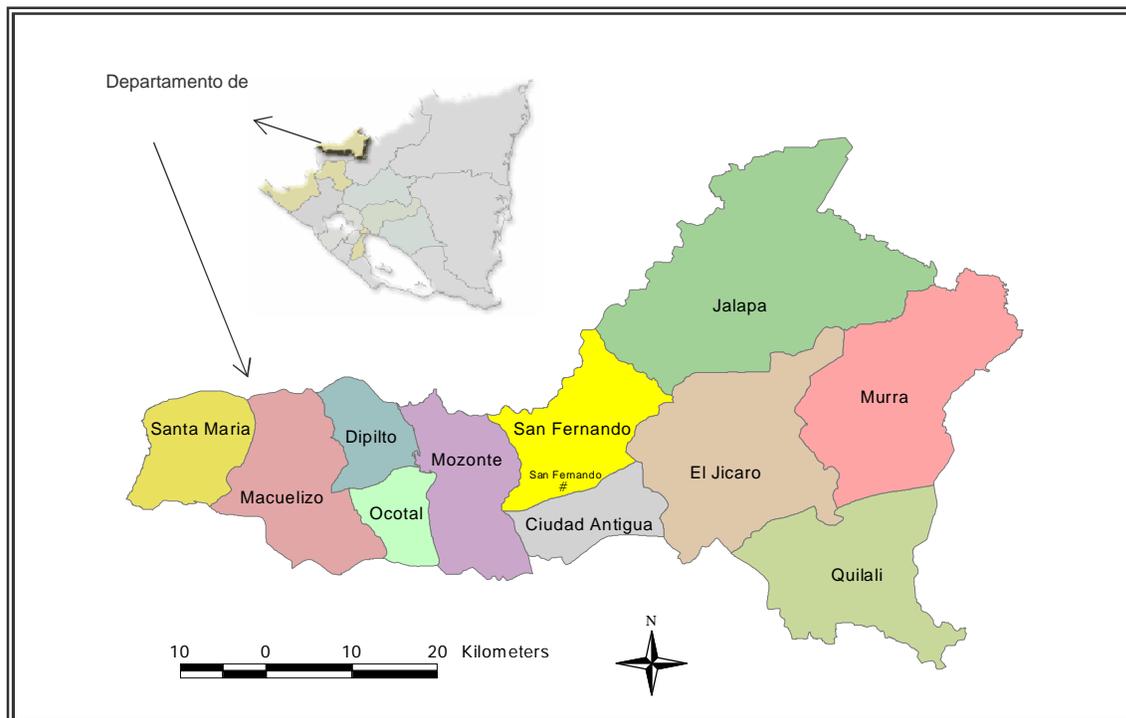
## IV.- MATERIALES Y MÉTODO.

El trabajo de campo fue realizado en el bosque de pinos del municipio de San Fernando, Nueva Segovia, Nicaragua. Éste tuvo una duración de tres meses comprendidos entre el 12 Diciembre 2006 al 12 de Marzo 2007. El estudio se realizó en tres sitios: San Fernando, Las tapias y La Unión.

### Descripción Del Área De Estudio:

#### 1.- Localización.

Nueva Segovia es un Departamento de la República de Nicaragua situado al norte del país, haciendo frontera con la República de Honduras. Consta de 11 municipios, entre ellos San Fernando, como se aprecia en la figura siguiente.

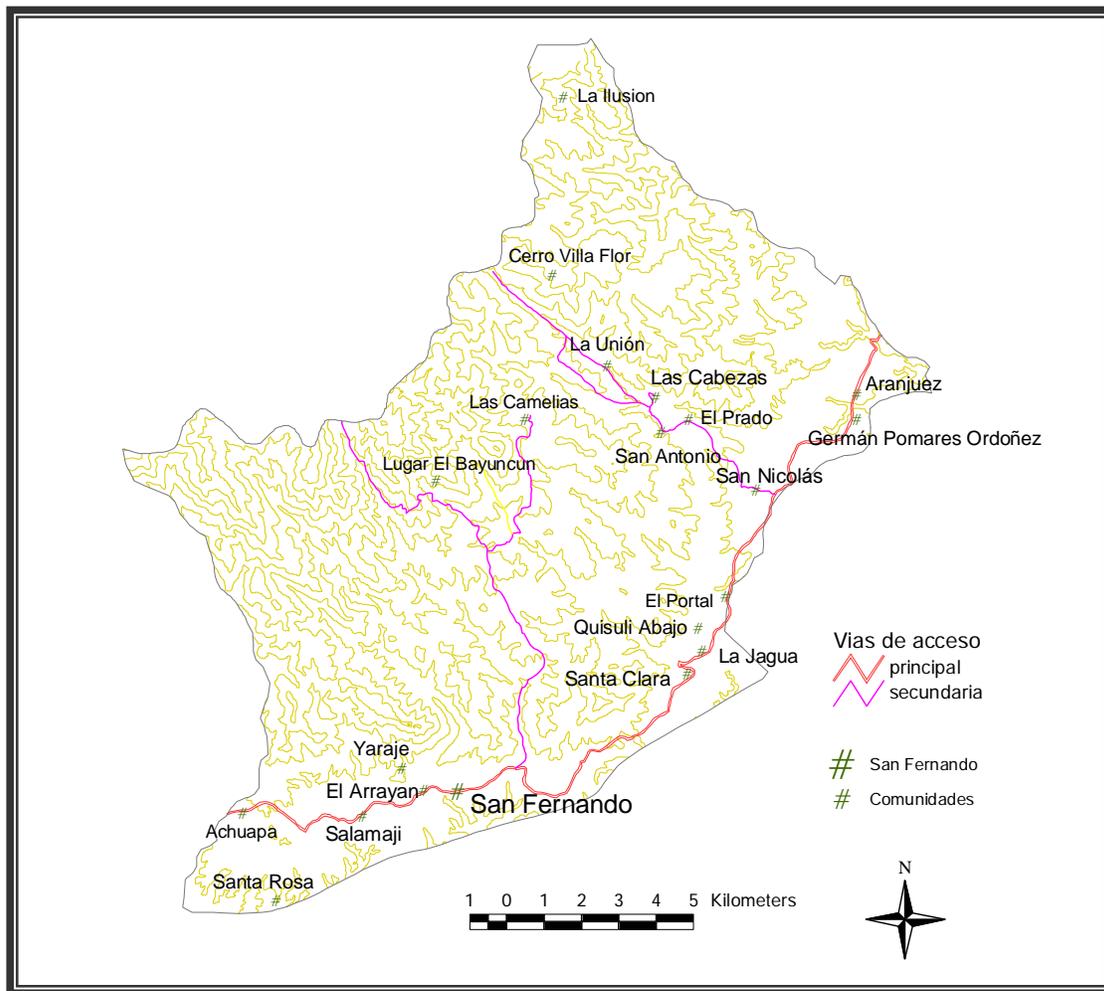


Mapa 1: Localización de Nueva Segovia. Elaboración propia.

El municipio de San Fernando tiene una extensión territorial de 269 km<sup>2</sup>, de los cuales 5 km<sup>2</sup> corresponden a área urbana y 264 km<sup>2</sup> a área rural y se encuentra encuadrado entre las coordenadas 13° 40´ de longitud Oeste y 86° 19° de latitud Norte.

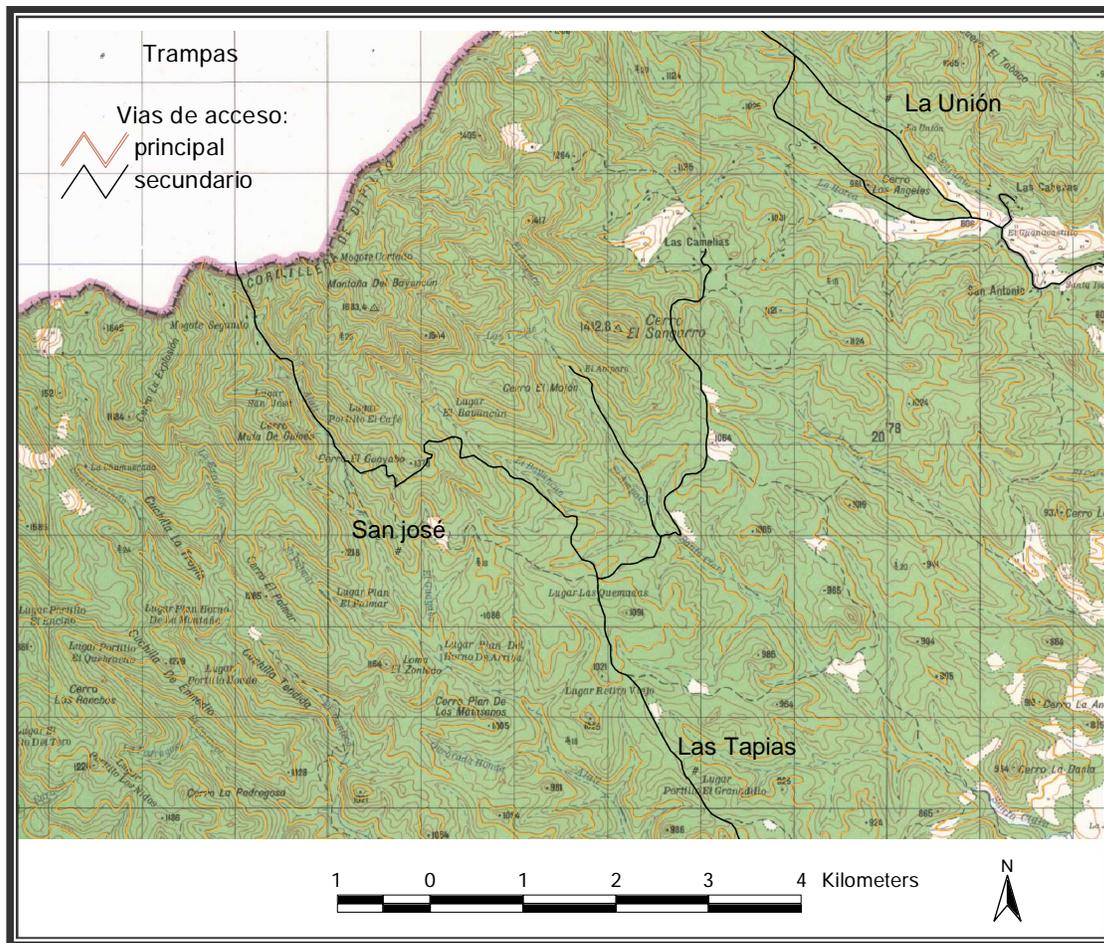
Limita al norte con la República de Honduras, al sur con el Municipio de Ciudad Antigua, al este con los Municipios de Jalapa y el Jícaro, y al oeste con el Municipio de Mozonte.

El Municipio de San Fernando está ubicado a 245 kilómetros de Managua, capital de la República. La cabecera municipal está situada a 22 kilómetros de la cabecera departamental, Ocotal y están unidos mediante la carretera Ocotal - Jalapa. En la actualidad esta vía está asfaltada en todo su paso por el Municipio y cuenta a nivel urbano con 200 metros de cunetas, 2,000 metros lineales de adoquinado en San Fernando y 400 metros de adoquinado en Santa Clara. Aparte de esta vía principal que atraviesa el municipio también cuenta con diversas ramificaciones secundarias que comunican con todas las comunidades existentes, en su mayoría son caminos de tierra sin tratamiento, que en general se encuentran en regular estado.



**Mapa 2: Localización de San Fernando, accesos existentes. Elaboración propia. Fuente: Alcaldía de San Fernando.**

La figura siguiente es un mapa de localización de las trampas (Escala 1:60,000), y en el cuadro siguiente los datos referentes a los lugares donde se han ubicado dichas trampas.



**Mapa 3: Localización de Trampas. Elaboración propia. Fuente: Alcaldía de San Fernando.**

**Cuadro1: Características de las Trampas; coordenadas, altitud, comunidad, finca y propietario de la finca. Fuente: Alcaldía de San Fernando.**

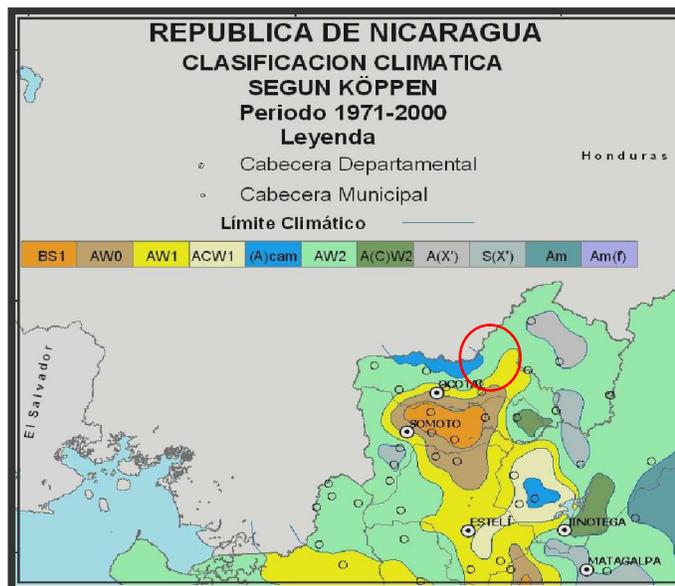
Sitio	Comunidad	Propietario	Altitud (m.)	Coordenadas
La Unión	El Prado	Guillermo López	912	13°47'01"N 86°16'41"W
Las Tapias	Santa Clara	Hugo Paredes	937	13°43'00"N 86°17'51"W
San José	San José	Rigoberto Flores	1,146	13°44'19"N 86°19'37"W

## 2.- Clima.

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen Modificado, en la zona de estudio (representada aproximadamente por el área circunscrita de la figura 6) se presentan los siguientes tipos o categorías de climas.

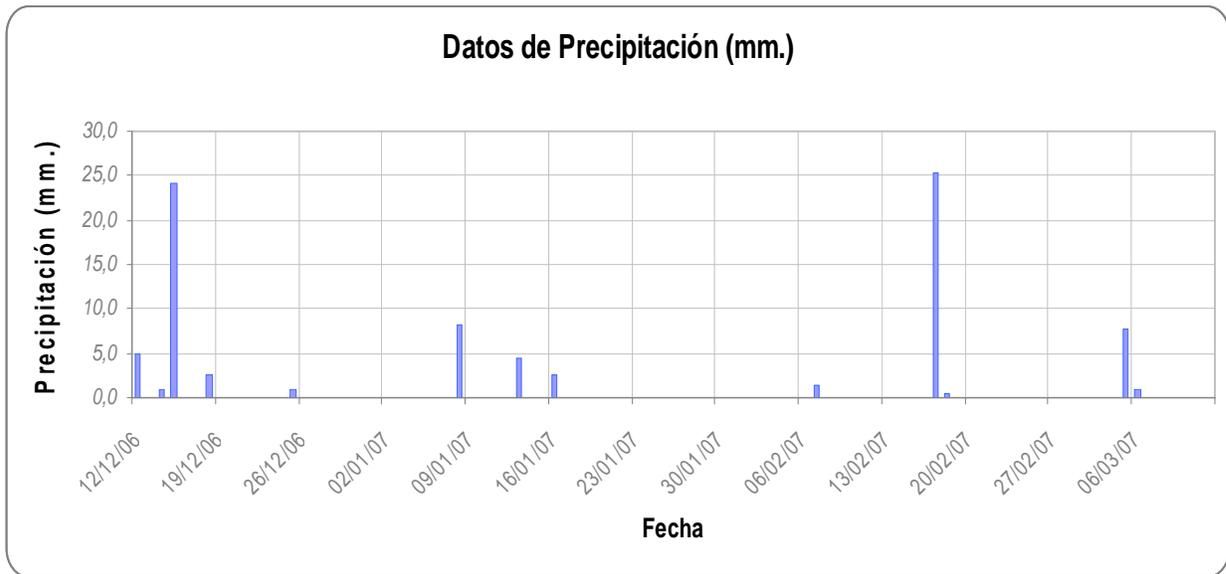
Clima Caliente y Sub-Húmedo con lluvia en verano (AW1, AW2). Este clima predomina en parte de la Región Norte de Nicaragua. Se caracteriza por presentar una estación seca (Noviembre-Abril) y otra lluviosa (Mayo-Octubre). La precipitación varía desde un mínimo de 600 mm. hasta un máximo de 2000 mm. La temperatura media anual registra valores que van desde los 18°C a los 30°C.

Clima Templado Lluvioso ((A) Cam), localizado en las partes más altas de la región. Se caracteriza por mostrar temperaturas medias anuales del orden de los 18°C, debido a que corresponde a lugares situados por encima de los 1000 metros. Las precipitaciones promedias anuales oscilan entre los 1000 mm. y 1800 mm.



Mapa 4: Clasificación climática Köppen. Fuente: INETER.

En la siguiente figura se muestran las Precipitaciones de los meses en los que se ha llevado a cabo el trabajo. La tabla de valores correspondiente a la grafica se encuentra en el Anexo I.



**Figura 3: Precipitaciones de los meses de muestreo. Fuente: Instituto Nacional de Meteorología (INETER).**

### **3.- Geología y Suelo.**

#### **Marco geológico.**

Nicaragua se ubica sobre la placa tectónica del Caribe, la cual a su vez se encuentra formada por diversas micro-placas y bloques, que han evolucionado de manera muy compleja a través de su historia geológica.

Las montañas del norte son resultado, en parte, de las fuerzas de compresión que se desarrollaron entre los bloques Maya y Chortis en el Cretáceo tardío como consecuencia de fenómenos de subducción. (Stevens, 2001).

Geológicamente, la provincia septentrional (que llega hasta la parte norte de Nicaragua cubriendo las áreas de los departamentos de Nueva Segovia, parte de Jinotega, parte de Zelaya, etc.), representa una corteza continental asentada en rocas metamórficas paleozoicas sobre las cuales yacen rocas sedimentarias del paleozoico, mesozoico, terciario y rocas plutónicas. El terciario fue escenario de actividades volcánicas continentales, durante la gran parte de ellas fue cubierta por extensos depósitos de rocas volcánicas. (Fenzl, 1988).

San Fernando se caracteriza por la presencia de las rocas más antiguas que afloran en territorio nicaragüense, rocas metamórficas paleozoicas, también llamadas “esquistos de Nueva Segovia”. Se trata generalmente de esquistos, filitas y granitos.

Durante el mesozoico superior, el geosinclinal mesozoico sufrió una deformación parcial y las rocas de la cuenca fueron deformadas y solevantadas, las rocas sedimentarias expuestas están representadas por aglomerados y calizas. (Fenzl,

1988).

Cortando a las rocas metamórficas se localiza un enorme cuerpo intrusivo con dimensiones regionales de aproximadamente 70 kilómetros de largo por 15 kilómetros de ancho, con una dirección aproximada este-oeste. Este cuerpo intrusivo se extiende hacia el norte hasta territorio Hondureño interceptando toda la secuencia metamórfica premesozoica que aflora en toda esta región del bloque tectónico Chortis y que se conoce en territorio nicaragüense como el batolito de Dipilto.

Las partes llanas fueron rellenadas por sedimentos aluviales provenientes de los cerros compuestos por rocas metamórficas y rocas graníticas.

Litológicamente, las rocas metamórficas paleozoicas son compuestos de: filitas silíceas, esquistos, cuarcitas, pizarras silíceas, pizarra con sericitas, calizas cristalinas (mármoles), tufitas coloreadas y tobas basálticas.

## **Suelo**

Las planicies aluviales se encuentran rellenadas por suelos de origen granítico. Suelos arenosos de minerales y partículas del granito, una roca que se meteoriza y desintegra con relativa facilidad por acción del viento y la lluvia. (COSUDE, 2002).

En la parte sur del municipio se observan suelos de profundos a moderadamente profundos, de planos a ligeramente inclinados, de franco arenosos a franco arcillosos, friables generalmente, de fertilidad natural baja a media. La zona norte se caracteriza por la presencia de suelos moderadamente profundos, inclinados,

de franco arcillosos a arcillosos, porosos, friables, y con fertilidad natural de baja a media, susceptibles a la erosión hídrica. (COSUDE, 2002).

Predominan los suelos graníticos, como ya hemos mencionado, luego predominan suelos ácidos con bajas a medias proporciones de arcilla. Esto hace que exista un gran drenaje y un alto peligro de erosión, sobre todo en zonas con grandes pendientes.

El municipio de San Fernando cuenta con un área muy fértil, con suelos aptos para la intensificación de las producciones tradicionales.

#### **4.- Geomorfología e Hidrología.**

##### **Geomorfología**

Las diferentes rocas reconocidas en el Municipio, presentan un relieve muy característico, generalmente presentan cerros en forma piramidal, cuando se observan erosionados originan un relieve del tipo semicircular originados por la erosión lineal. Posee relieves ondulados en su parte Norte y un relieve plano en su parte Sur.

Muestra elevaciones que oscilan entre 760-2100 m. En la parte sur del territorio prevalecen montañas de mediana altitud, incrementándola en dirección norte, en donde encontramos los picos más altos al hallarse en la vertiente sur de la cordillera de Dipilto-Jalapa; entre estos tenemos: Cerro las Nubes con 1,888 m., El Mogote con 1,984 m., el cerro del Bayuncun con 1,683 m., y el Mogotón con 2,107 m., siendo este último el pico más alto de Nicaragua.

De Este a oeste se encuentran localizadas las planicies de San Nicolás, La Puerta, Santa Clara, Apalí, Alalí, Llano grande de Arrayán, Achuapa, Salamají y Santa Rosa.

Cabe destacar el problema producido por la erosión, que se relaciona entre otros factores a la topografía, diferenciándose perfectamente dos tipos de elementos topográficos: una parte alta con fuertes pendientes susceptibles a la erosión y partes bajas con pendientes suaves, susceptibles a la deposición de los materiales erosionados de la parte superior.

Otro factor que incide en el proceso erosivo, es el tipo de suelo franco arenoso que compone la estratigrafía local.

Esta erosión puede llevar a situaciones de inestabilidad del terreno, como pueden ser deslizamientos en masa, coladas o flujos, deslizamientos superficiales o peliculares y, en menor grado, derrumbes.



**Fotografía 2: Relieve característico de la zona**

Entre los factores intrínsecos que propician la inestabilidad de terrenos en San Fernando se encuentra la pendiente, el alto grado de alteración, meteorización e intemperismo de las rocas y la litología del área.

Estos factores son agravados fundamentalmente por intervención humana, tales como la deforestación, el uso inadecuado de los suelos, mal manejo de las aguas residuales producto de los procesos de producción cafetalera, así como la implementación de técnicas agrícolas inadecuadas.

## **Hidrología**

La red hidrográfica la constituye una serie de pequeñas micro cuencas entre las cuales encontramos: las de los ríos Achuapa, Salamají, San Fernando, Alalí, Santa Clara, La Puerta y Musulí. En la parte alta del río Achuapa se da la captación de agua que sirve de abastecimiento a la población de Achuapa y Santa Rosa, este río sirve de límite con el municipio de Mozonte. El río San Fernando posee una gran fuerza hidráulica que deriva en inundación torrencial al pasar por San Fernando siendo en ese lugar donde ocasiona los mayores problemas a la infraestructura del puente. En la parte alta de este río se da la captación de agua que sirve de abastecimiento a la población del municipio El río Musulí nace en la línea fronteriza con Honduras en el cerro Santa Bárbara, este río sirve de límite con el municipio de Jalapa. (SINAPRED, 2003).

## **5.- Vegetación**

En la vegetación nicaragüense y su composición florística, existen muchas condiciones naturales silvestres primitivas, producto de la evolución de varios cientos o miles de años. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

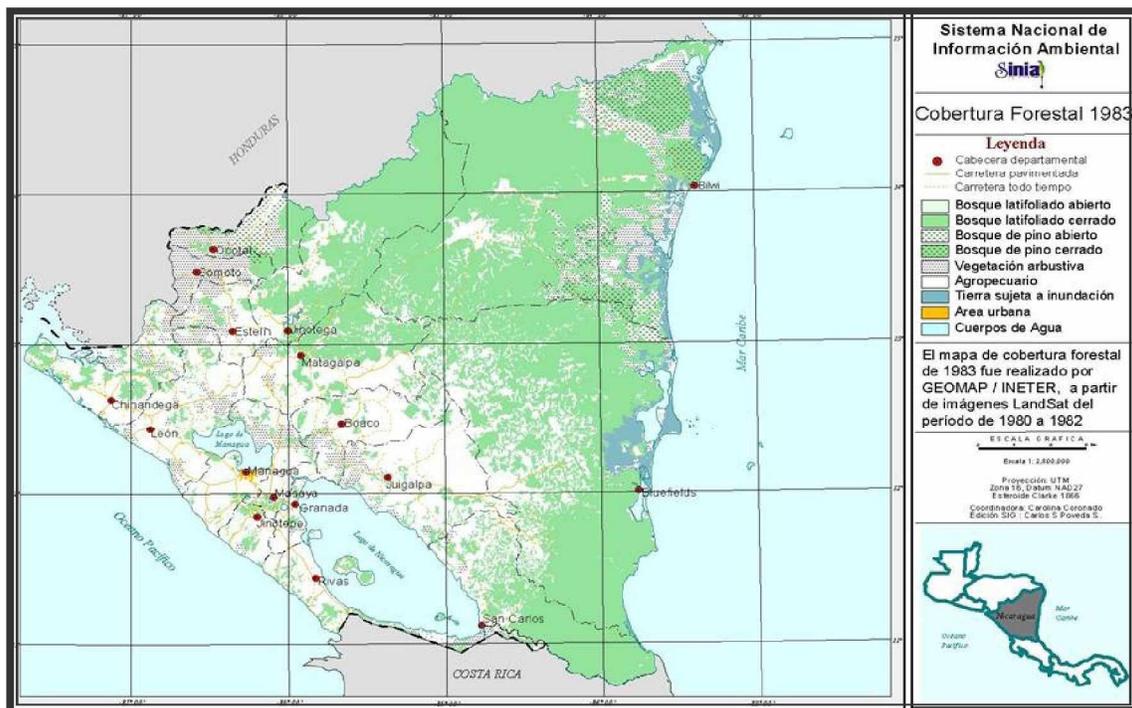
En muchas áreas naturales de Nicaragua, la vegetación ya no es la original. La creciente población demanda más alimentos a través de las prácticas agropecuarias, lo que ha significado eliminar la vegetación nativa al convertir áreas boscosas en tierras agrícolas o en pastizales. Este proceso, considerando la complicada ecología de los bosques tropicales, puede significar un gran impacto negativo desde el punto de vista ecológico y ambiental.

El acelerado deterioro de los bosques y ecosistemas forestales en la región centroamericana tiene importantes consecuencias económicas y ambientales. En un periodo en el que la región se está centrando en el desarrollo social, la degradación de los recursos naturales conlleva una creciente pobreza rural. La deforestación en Nicaragua durante las últimas décadas ha reducido la cobertura boscosa del país, de los 7 millones de hectáreas de bosque que existían en 1959, a las actuales 4.3 millones de hectáreas remanentes. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

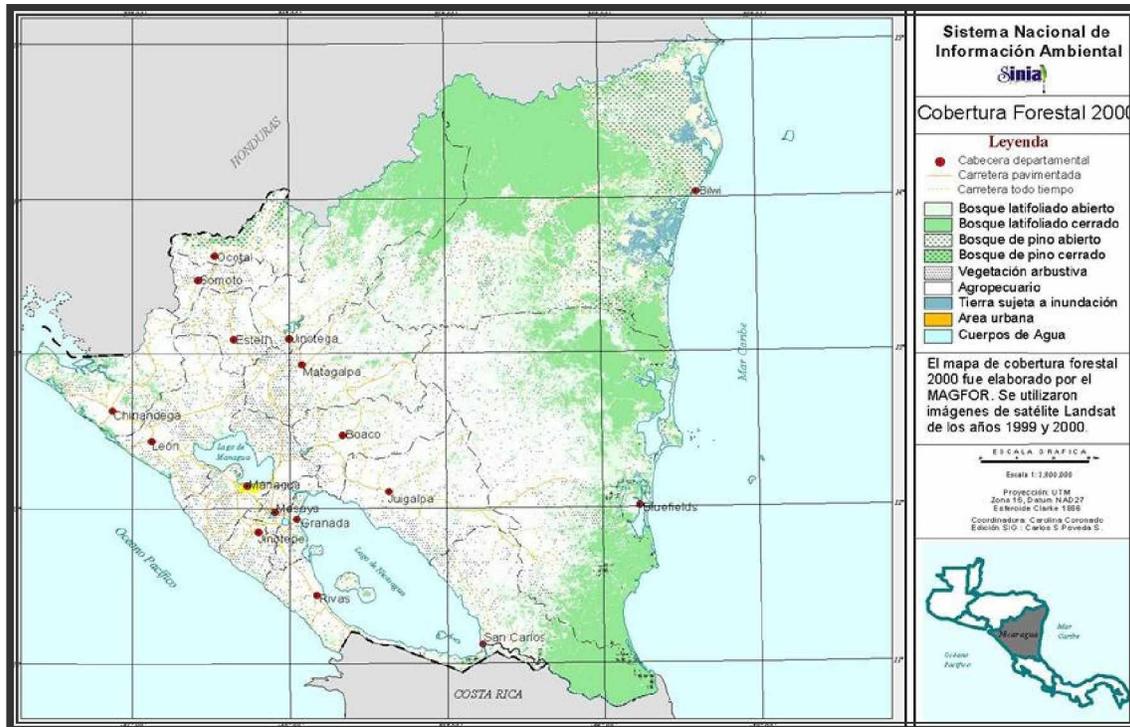
Nicaragua ostenta un potencial económico significativo en el recurso forestal, pues el 50% de los suelos del país son de vocación forestal. No obstante, para el año 2000 el aporte a la economía nicaragüense mediante el Producto Interior Bruto (PIB), fue del 0.1%. Mientras otros países de la región centroamericana han

desarrollado un sector forestal agresivo, moderno y altamente tecnificado, consolidando un lugar primordial para el desarrollo económico de sus países; Nicaragua, con mayores potenciales en los recursos forestales, aún no logra estos niveles de desarrollo y aporte a la economía. (MARENA-INAFOR-MAGFOR, 2002).

A continuación se muestra la comparación entre la cobertura boscosa del año 1983 y la correspondiente al año 2000 en la que se aprecia muy evidentemente una disminución drástica de la superficie forestal o, en todo caso, un cambio de tipo de uso del suelo, siendo el más notable el producido de Bosque de pino cerrado a Bosque de pino abierto. Se estima que entre 1950 y 2000, Nicaragua perdió una extensión de bosques cercana a los 30,000 km<sup>2</sup> y que la tasa actual de deforestación está aproximadamente en 100,000 ha/año. (SE-SINAPRED, 2004).

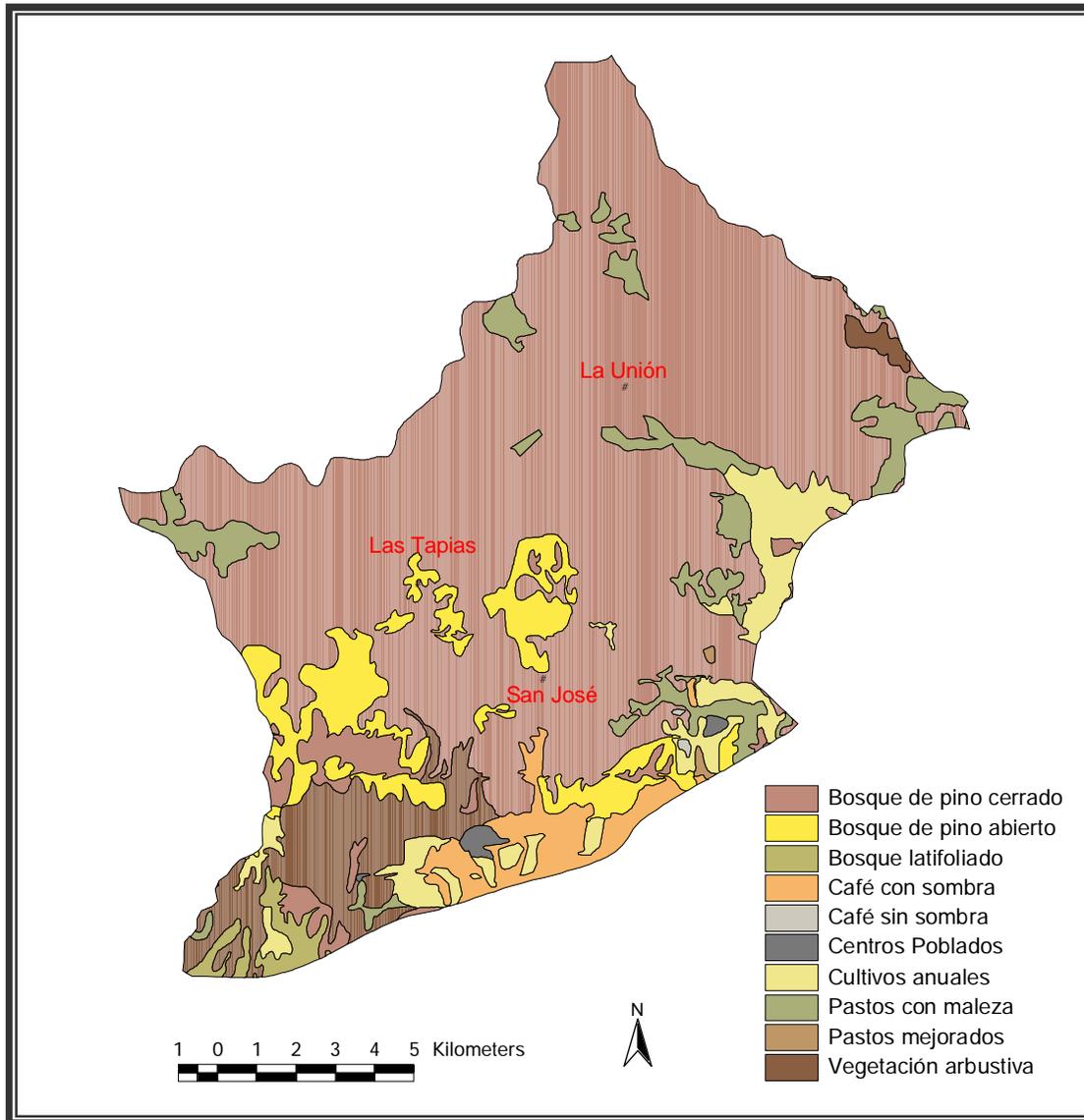


**Mapa 5: Cobertura boscosa de Nicaragua en el año 1983. Fuente: SE-SINAPRED, 2004.**



**Mapa 6: Cobertura boscosa de Nicaragua en el año 2000. Fuente: SE-SINAPRED, (2004).**

Como se puede observar en el siguiente mapa de vegetación (Mapa 7), las trampas están ubicadas en áreas de Bosque de pino cerrado.



**Mapa 7: Mapa de vegetación del municipio de San Fernando. Elaboración Propia. Fuente: Alcaldía de San Fernando.**

Bosques:

- § Bosque de pino cerrado, con alturas de más de 20 m. y cobertura de copas de árboles entre 70 y 100%.

- § Bosque de pino abierto, son pinos abiertos con árboles menores de 20m. de altura y cobertura de copas de árboles entre 40 y 70 %.
- § Bosque latifoliado bajo cerrado, son árboles mayores de 12m. de altura y cobertura de copas de árboles entre 70 y 100%. (MAGFOR – INAFOR - MARENA, 2002).



**Fotografía 3: Detalle de árbol atacado por *Ips sp.***

#### Tierras agrícolas:

- § Café con sombra, generalmente café de zonas altas con sombras conformado por árboles de porte mediano y alto, de copas de buena cobertura, donde el factor climático y los suelos juegan un papel muy importante en lo que se refiere a bajas temperaturas y suelos profundos.
- § Cultivos anuales, se refiere a tierras bajo cultivos transitorios, praderas temporales, para riego o pastoreo y tierras temporalmente en descanso.

Los cultivos que más se dan en la zona son sorgo, maíz, frijoles y hortalizas a pequeña escala. (MAGFOR – INAFOR - MARENA, 2002)

Pastizales:

- § Pastos con malezas, se refiere a pastos cultivados de variedades que se adaptan a la zona y son de masas vegetativa abundante, pero que han sido descuidados y poseen aproximadamente un 40% de malezas y matorrales.
- § Pastos mejorados, son pastos cultivados de variedades que se adaptan a la zona, de masa vegetativa abundante, bien manejados. (MAGFOR – INAFOR - MARENA, 2002).

Otros:

- § Vegetación arbustiva, son unidades con cobertura de vegetación arbustiva generada a partir del aclareo del bosque natural para agricultura itinerante. Es la vegetación propia de zonas secas. (MAGFOR – INAFOR - MARENA, 2002).

El Municipio de San Fernando, además de tener un considerable potencial de recursos forestales para la industria maderera, concentrado en las especies de pino ya descritas en Revisión de Literatura: pino ocote (*Pinus oocarpa*), Pinabete (*Pinus maximinoi*) y pino caribe (*Pinus caribaea*); cuenta con gran variedad de especies arbóreas y arbustivas entre las que destacan:

Bambú ( <i>Phyllostachys aurea</i> )	Guanacaste de oreja ( <i>Enterolobium cyclocarpum</i> )
Caoba del Pacífico ( <i>Swietenia humilis</i> )	Guapinol ( <i>Hymenaea courbaril</i> )
Cedro real ( <i>Cedrela odorata</i> )	Guayaba ( <i>Psidium guaiaba</i> )
Ceiba ( <i>Ceiba pentandra</i> )	

Guayabón (*Terminalia amazonia*)

Jiñocuabo (*Bursera simaruba*)

Jocote (*Spondias*)

Leucaena (*Leucaena leucocephala*)

Madero negro (*Gliricidia sepium*)

Mango (*Mangífera indica*)

Matapalo (*Ficus benjamina*)

Nogal (*Juglans olanchana*)

Roble encino (*Quercus oleoides*)

Zapote (*Calocarpum mammosum*)

Huelga añadir dos cultivos bastante generalizados en la zona, sobre todo espacios que se han ido ganando al bosque húmedo de altura, como son el café (*Coffea sp.*) a la sombra del banano (*Musa sapientum*) y plátano (*Musa paradisiaca*). También es habitual en el municipio el cultivo de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y sorgo (*Sorghum vulgare*). La especie parásita más común es el muérdago enano (*Arceuthobium sp.*), que afecta a las especies de pino referidas.

## 6.- Fauna

Nicaragua es un país con un enorme patrimonio de diversidad faunística, pues aún cuenta con las mayores extensiones de bosque tropical húmedo en Centroamérica, entre otros ecosistemas de alto valor en biodiversidad. (MARENA-PANIF, 1999).

El área de estudio se encuentra dentro del Ecosistema Montano Conífero (Nebliselvas Altas frías de Pinares y Robles) (MARENA-PANIF, 1999) y destacamos, entre otras, las especies citadas a continuación.

- Dentro de los mamíferos encontramos:

- Ardilla (*Sciururs richmondi*)
- Armadillo (*Dasypus novemcinctus*)
- Cerdo de monte (*Tayassu pecari*)
- Conejo americano (*Sylvilagus floridanus*)
- Gato de monte (*Leopardus wiedii*)
- Guardatinajas (*Agouti paca*)



**Fotografía 4: Guardatinaja.**

- Guatusa (*Dasyprocta punctata*)



**Fotografía 5: Guatusa.**

- Ratón de campo (*Mus musculus*)
- Tigrillos (*Leopardus pardallis*)
- Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*)
- Zorro Cola Pelada (*Didelphis virginiana*)
- Zorro (*Urocyon cinereoargenteus*)

- En cuanto a reptiles podemos encontrar, entre otros:

Barba amarilla (*Bothrops asper*)

Boa (*Boa constrictor*)

Cascabel (*Crotalus durisus*)

Coral (*Micrurus nigrocinctus*)

Garrobo (*Ctenosaura similis*)

Iguana verde (*Iguana iguana*)

Perrozompopo (*Coleonix mitratus*)

- Anfibios:

Rana verde (*Rana esculenta*)

Sapo (*Bufo bufo*)

Tritón (*Pleurodeles walt*)

- Aves:

Alma de perro (*Geococcyx velox*)

Chirica (*Nannopsittaca panychlora*)

Chorcha (*Icterus sp.*)

Gallina de monte (*Tinamus major*)

Garza blanca (*Egretta alba*)

Gavilanes (*Buteo sp.*)

Guardabarranco (*Eumomota superciliosa*)

Lechuza (*Tyto alba*)

Loras (*Amazona sp.*)

Pájaro carpintero (*Melanerpes hoffmani*)

Paloma coliblanca (*Leptotila verreauxi*)

Pericos (*Meopsit undulatus*)

Tordo (*Molothrus bonariensis*)

Urraca (*Calocitta formosa*)

Zanate grande (*Quiscalus mexicanus*)

Zopilote negro (*Coragyps atratus*)

Zorzal común (*Turdus philomelos*)



**Fotografía 6: Guardabarranco.**

.Si hablamos de animales domésticos, entre los mamíferos hay que destacar la vaca (*Bos sp.*), equinos como el caballo, burro o mulo (*Equus sp.*), el cerdo (*Sus scrofa*). Dentro de las aves predominan la gallina india y gallina de guinea (*Gallus sp.*), el pato criollo (*Cairina moschata*) y el pavo (*Mejeagris ocellata*).



**Fotografía 7: Ganadería en la Unión.**



**Fotografía 8: Gallináceas en Santa Clara.**

## **7.- Socioeconomía.**

La historia de Nicaragua se caracteriza por una inestabilidad social continua, ejemplos en este último siglo son una invasión norteamericana que conlleva una dictadura de más de 4 décadas, una revolución para derrocarla y una posterior guerra con un rígido bloqueo estadounidense que hizo que este país se encuentre en una situación de gran crisis económica. También, por su situación geográfica, nos encontramos en una zona donde los desastres naturales como terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas y huracanes son bastante frecuentes. Todo esto hace muy difícil un desarrollo que muy poco a poco se vislumbra.

Considerando que los habitantes del municipio de San Fernando durante mucho tiempo han tenido una economía de subsistencia y una ausencia continua de oportunidades de superar ese estadio, contando con una abundante riqueza forestal en el territorio (la mayoría de propiedad privada) y aprovechando la coyuntura histórica que le presenta la promulgación de la Ley de Modernización y Descentralización de las municipalidades, donde le otorga el derecho pleno del uso y disfrute de los recursos naturales comprendido en su área, es oportuno y plenamente justificable la implementación de una mediana industria que le sirva como instrumento para que ellos mismos, las comunidades, realicen el aprovechamiento de sus recursos forestales para de esta manera ofrecerles la oportunidad de superación económico-social a la que tienen pleno derecho.

Como no existen fuentes de empleo permanente, la mayoría de los comuneros se dedica a vender su fuerza de trabajo en labores agrícolas tradicionales temporales, recibiendo a cambio una paga de U\$ 2.00 al día.

## Actividades Económicas

Las principales actividades económicas que predominan en el Municipio de San Fernando son el cultivo de granos básicos (principalmente maíz y frijoles), cultivo de banano y café (suelen ir unidos), explotación de la madera de pino y, dentro del sector ganadero predomina la cría de ganado vacuno para la producción de carne.



**Fotografía 9: Café secándose, El Amparo.**

Según estimaciones del Ministerio de Acción Social (MAS), en el Municipio existen 670 productores; de los cuales el 40% laboraban en fincas menores de 10 mz., 20% en fincas de 10 a 19 mz., 20% en fincas de 20 a 49 mz., 10% en fincas de 50 a 99 mz. y el 10% restante en fincas mayores de las 100 mz.

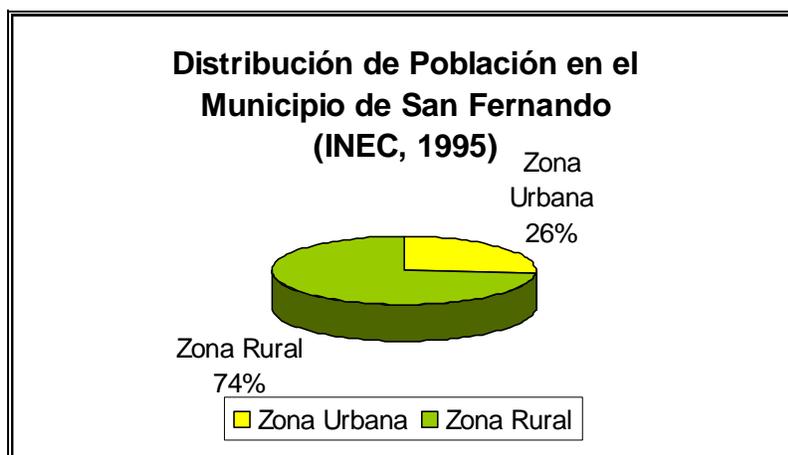
(1 manzana, mz = 0.725 hectáreas).

También según datos del MAS, el 50% de los productores tienen títulos de propiedad, un 30% no poseen títulos, un 15% está asociado en cooperativas y un 5% alquila la tierra.

La actividad comercial se limita a pequeñas tiendas (pulperías), que en total suman 50.

## Población

Según datos de INEC, del Censo de 1995, el Municipio de San Fernando cuenta con 4,799 habitantes de los cuales 1,240 hab. (25.83%) viven en el casco urbano y 3,559 hab. (74.17%) en la zona rural. La tasa anual de crecimiento es de 3.1%.



**Figura 4: Distribución de población en el Municipio de San Fernando. Rural o urbana. Fuente: INEC, Censo de 1995.**

**Cuadro 2: Distribución de la población según sexo. Fuente: INEC, Censo de 1995.**

<b>Distribución de la población según sexo.</b>					
<b>Hombres</b>		<b>Mujeres</b>		<b>Total</b>	
Cantidad	Porcentaje (%)	Cantidad	Porcentaje (%)	Cantidad	Porcentaje (%)
2 422	50.5	2 377	49.5	4 799	100

**Cuadro 3: Distribución de la población a partir de 15 años y según sexo.**  
Fuente: INEC, Censo de 1995.

<b>Distribución de la población a partir de 15 años y según sexo.</b>					
<b>Hombres</b>		<b>Mujeres</b>		<b>Total</b>	
Cantidad	Porcentaje (%)	Cantidad	Porcentaje (%)	Cantidad	Porcentaje (%)
1,364	28.4	1,306	27.20	2,670	55.60

### **Vivienda.**

Según datos proporcionados por INEC, en el Municipio hay un total de 879 viviendas, en su mayoría construidas de adobe y taquezal con un promedio de 5.46 hab/ vivienda.

**Cuadro 4: Viviendas. Fuente: INEC, Censo de 1995.**

<b>Urbana</b>		<b>Rural</b>		<b>Total</b>	
Cantidad	Porcentaje (%)	Cantidad	Porcentaje (%)	Cantidad	Porcentaje (%)
236	27	643	73	879	100

En el ámbito rural, un 70% de las viviendas presentan techo de teja, piso de tierra, paredes de bajareque y/o adobe. (SINAPRED, 2003).

### **Servicios Sociales.**

En el Municipio existe un Centro de Salud Rural atendido por un auxiliar de enfermería, también hay parteras entrenadas y guardianes de salud; además, cuenta con un puesto de la Policía Nacional.

## **Educación.**

El índice de analfabetismo entre los habitantes de edad igual o mayor a 10 años es del 31,3 %. Esta condición limita a estas personas tanto desde el punto de vista de oportunidad de empleo como del pleno disfrute de sus derechos ciudadanos, afectando en mayor medida a la población rural donde el porcentaje de analfabetismo llega al 38,3 %.(PAF,2005).



**Fotografía 10: Escuela de El Amparo.**

## **Telecomunicaciones.**

ENITEL cuenta con dos centrales telefónicas. Una ubicada en Santa Clara da atención al público por medio de 2 cabinas, atendiendo además 2 abonados en el sector urbano; y una en San Fernando en donde existe un conmutador para 20 líneas y una cabina para atención al público. No existen en la actualidad abonados. (SINAPRED, 2003). Gracias a la nueva tecnología de telefonía móvil, la

mayoría de habitantes de los núcleos urbanos cuentan con un celular que les permite estar comunicados en la actualidad.

### **Energía Domiciliar**

Existen 240 conexiones domiciliarias en San Fernando, en Santa Clara 130, en Salamají 30 y en Achuapa 15. En otras comunidades por donde pasa el tendido eléctrico hay pocas conexiones. (SINAPRED, 2003).

### **Agua Potable y Saneamiento**

El casco urbano de San Fernando cuenta con 279 conexiones domiciliarias, abastecidas por un sistema de galería. (SINAPRED, 2003).

En la zona rural existen mini-acueductos en las comunidades de Santa Clara, Salamají y Santa Rosa. El resto de comunidades no posee red de abastecimiento de agua potable. En San Fernando no existe sistema de alcantarillado sanitario, el medio comúnmente utilizado es la letrina tradicional.

## **Materiales.**

Para llevar a cabo la tesis se utilizaron los siguientes materiales:

**Cuadro 5: Materiales.**

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Trampas del tipo "Lindgren non sticky funnel trap".	6
Vasos colectores	6
Feromonas de <i>Ips calligraphus</i>	12
Rollos de alambre	3
Paquete de bolsas "zip-lock"	2
GPS marca "Magellan"	1
Escalera	1
Microscopio estereoscópico	1
Lupa	1
Caja de botes entomológicos	1
Caja de alfileres entomológicos	1
Pinzas	1
Pinceles	2

## **Metodología.**

### **Selección de los puntos de muestreo**

Se escogió San Fernando por el alto grado de afectación que tuvo la plaga en su último ataque y por el alto índice de personas que en ese municipio tienen su principal aporte económico en la madera.

Para el establecimiento de las trampas nos centramos en tres sitios, La Unión, Las Tapias y San José; en las que ya se estaba monitoreando *Dendroctonus frontalis* mediante trampas con feromona frontalín, específica para este insecto; en su día fueron elegidos esos lugares por dos motivos, una alta incidencia de la plaga durante el ataque del 1999-2001, y por la buena predisposición a la facilitación del trabajo de los dueños y trabajadores de las tres fincas.

### **Establecimiento y cebado de las trampas**

En cada finca se instalaron 2 trampas de tipo Lindgren non sticky funnel trap (trampa no pegajosa de embudo lindaren), de doce embudos con vaso colector, la cual es especialmente diseñada para la captura de insectos barrenadores del floema usualmente conocidos como gorgojos descortezadores.

Las trampas se colgaron entre pinos a una distancia entre éstos de 3 - 5 metros. Estas fueron afianzadas mediante alambre lisos de calibre 16 para que soporten las inclemencias del tiempo sin que se desate, la altura de la trampa es la suficiente para que el vaso colector quede a una altura mínima de 1,5 metros del suelo.



**Fotografía 11: Trampa “Lindgren non trampa sticky funnel trap”.**



**Fotografía 12: Vaso colector de con insectos.**

Una contó con feromona Ipsdienol (2-Methyl-6-methylene-2,7-octadien-4-ol), específica para *Ips calligraphus*, y obtenida mediante la empresa costarricense Chemical Internacional S.A. La otra fue un blanco, es decir, no llevará ningún tipo de atrayente para así poder determinar la atracción propia a la feromona.

Para el análisis de los datos se dispuso también con información adicional aportada por tres trampas más, colocadas en las mismas tres fincas y en las mismas condiciones antes descritas, dos de estas trampas fueron establecidas por la tesista Núria Tous para su trabajo de fin de carrera. En una estableció una feromona específica de *Ips grandicollis* y en la otra un atrayente, aguarrás, introducido en un bote con tapa perforada y una mecha. Este compuesto, al ser una combinación volátil derivada de la resina del pino que contiene un alto

porcentaje de alfa-pinene, es uno de los compuestos detectados por el descortezador y otros insectos para localizar a su hospedero.

La última trampa estaba ya establecida por un trabajo iniciado con anterioridad entre la Universidad Nacional Agraria y la Alcaldía de San Fernando; del cuidado, recolección e identificación se encargará el estudiante de Ingeniería Agropecuaria, Mario Ruiz.

Al encontrarse esta trampa ubicada en un punto concreto se decidió colocar las otras cuatro en torno a ella, con un radio no mayor de 25 m. El GPS utilizado tiene un error suficiente como para desestimar la distancia entre trampas, por esta cuestión sólo se ha tomado un punto por cada finca, el de la trampa más céntrica, que es el caso de la trampa ya situada con anterioridad.

Las cinco trampas se colocaron de la siguiente manera:

**Cuadro 6: Tratamiento aplicado a cada una de las cinco trampas.**

<b>Numero de Trampa</b>	<b>Tipo de aditivo adicionado a la Trampa</b>
No. 1	Sólo la trampa, sin ningún aditivo
No. 2*	Diluyente FT 90
No. 3*	Feromona para <i>Ips grandicollis</i>
No. 4	Feromona para <i>Ips calligraphus</i>
No. 5**	Feromona para <i>Dendroctonus frontalis</i> y diluyente FT 90

\* Datos cedidos por Núria Tous. \*\* Datos cedidos por Mario Ruiz.

El aditivo agregado a cada trampa fue reemplazado por uno nuevo cada 20 días aproximadamente. Las trampas con feromona para *Ips grandicollis* e *Ips calligraphus* rotaron de lugar entre sí también cada 20 días, al momento de hacer

el reemplazo de la feromona vieja por una nueva.

Para efectos de comprobar la concurrencia de *Ips* en las zonas de estudio se ubicaron en cada zona tres trozos de árboles de pino de un metro de largo cada uno y se dejaron para infestación natural.

### **Monitoreo, colecta de insectos.**

Una vez establecidas, las trampas se observaron cada 10 ó 15 días, dependiendo de las condiciones atmosféricas. Para la toma de muestras se desenroscaba el vaso colector situado en la parte más baja de la trampa y con ayuda de un pincel se vaciaba el contenido en una bolsa tipo zip lock, la cual procedíamos a su rotulación con el nombre de la finca, el número de trampa y la fecha de recolección; antes de pasar a la siguiente trampa se devolvía el vaso colector a su lugar asegurándonos que quedaba bien enroscado.



**Fotog. 13: Insecto en bote entomológico. Fotog. 14: Colectando insectos.**

## **Procesamiento de muestras e identificación de Insectos en el laboratorio.**

Las bolsas permanecieron en refrigeración hasta el paso de los insectos a viales con alcohol al 70 %, de esta manera fueron conservados hasta su posterior identificación. Los insectos capturados y eran contabilizados y separados según su tipo. Cada bote fue etiquetado con el sitio de colecta, el número de trampa, la fecha de recolección

Todos los *Ips sp.* colectados se identificaron en el laboratorio de plagas forestales del departamento de protección agrícola y forestal de la Universidad Nacional Agraria mediante el uso de la colección de referencia, para lo cual se hizo uso de un microscopio estereoscópico de x2x4x8 aumentos. El trabajo de identificación contó con la asistencia del Ing. Luis Bismarck López Zeledón. Muestras de los insectos fueron enviados al Museo Entomológico de León para confirmación. La identificación de los *Ips* se realizó sido a nivel de especie.

Parte de los insectos identificados se montaron en alfileres entomológicos y depositaron en cajas entomológicas, sirviendo así como referencia, y el resto se colocaron en frascos con alcohol al 70% debidamente etiquetado.

### **Tratamiento de datos**

Los datos se plasmaron en hojas de Excel para su posterior tratamiento estadístico. Se realizó un análisis estadístico mediante el uso del programa SAS, para este análisis se incluyeron los datos de los *Ips grandicolis* y los *Ips caligraphus* capturados por los cinco tipos de tratamientos ya descritos. Este

estudio se efectuó mediante un Experimento Bifactorial debido a que consiste en la combinación de dos factores (Fecha y Tratamiento) cada uno a 6 y 5 niveles respectivamente. La variable "Sitio" se ha considerado como las repeticiones del experimento ya que las características de éstos eran similares.

El modelo utilizado fue:

$$Y = \text{sitio} + \text{fecha} + \text{tratamiento} + \text{fecha} * \text{tratamiento} + \text{Error.}$$

$$Y_{ijkl} = \alpha_i + \beta_j + \sigma_k + \beta\sigma_{jk} + \xi_{ijkl}$$

La separación de medias se realizó mediante el uso de la prueba DMS (Diferencia Mínima Significativa) al 5% de probabilidad. La DMS compara las medias por medio de un valor crítico, medias cuya diferencia sobrepasa dicho valor crítico se consideran estadísticamente diferentes.

Debido a la naturaleza de los datos se procedió a una transformación de los mismos, para la transformación se aplicó la fórmula  $(X+0.5)^{1/2}$ .

### **Realización de planos**

Los mapas se elaboraron con el programa informático Arc-view 3.2. Para ello se georeferenciaron los planos topográficos de la zona, previamente escaneados, y se introdujeron las coordenadas de las trampas que se determinaron mediante el uso de GPS.

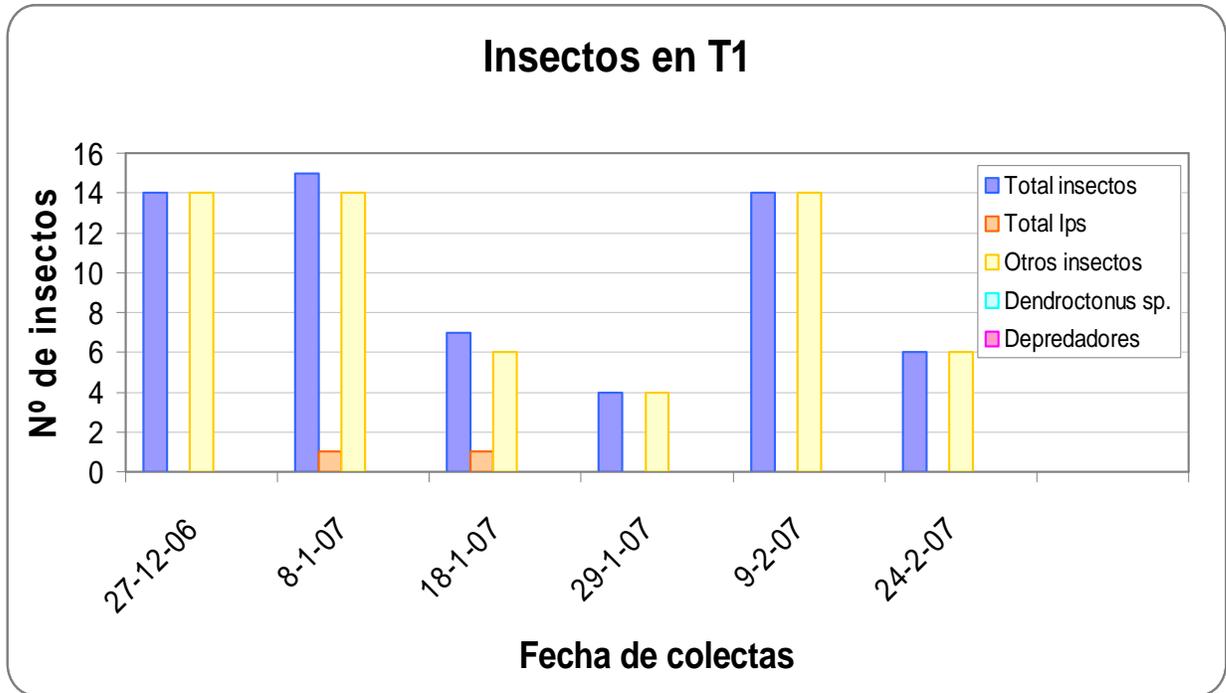
### **Datos climáticos**

Dado que la información climatológica disponible no se considero apropiada no se procedió con ningún análisis climatológico extenso, no obstante se incluye como información el mapa de clasificación climática del área de estudio según Köppen.

## VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

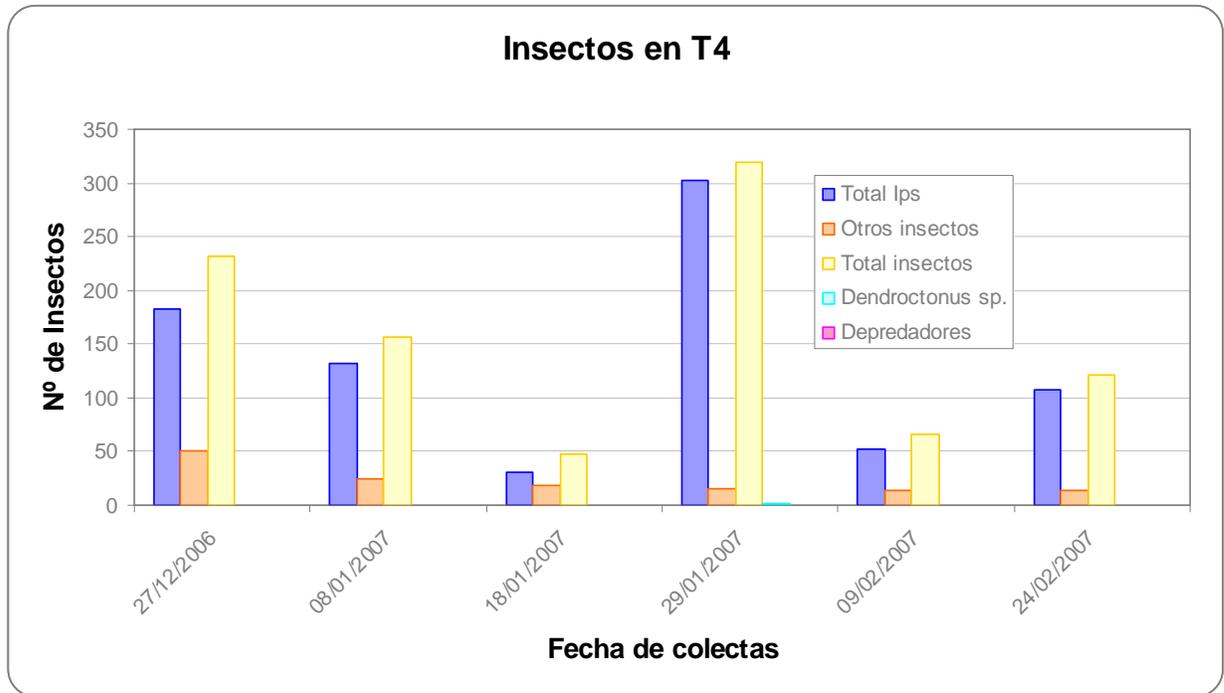
### Resultados numéricos

Como era esperado, comparado con otros tratamientos, el Tratamiento 1 (sólo la trampa) capturó menos insectos que el Tratamiento 4. Como se puede observar en la figura 5 el número total de insectos capturados fue muy bajo, siendo en su mayoría insectos no concernientes al estudio. Es notorio el reducido número de *Ips sp.* capturados en las diferentes fechas, así como la ausencia de depredadores de interés *Temnochila sp.* y *Enoclerus sp.* y de *Dendroctonus sp.* Esta falta de atraktividad del Tratamiento 1 es coherente con el hecho que los descortezadores del pino responden activamente a los olores (feromonas) que ellos emiten como forma de comunicación para fines de colonización y reproducción y la trampa sin ningún aditivo no producía ningún estímulo de atracción, esta comparación evidencia que la feromona usada estaba siendo efectiva.



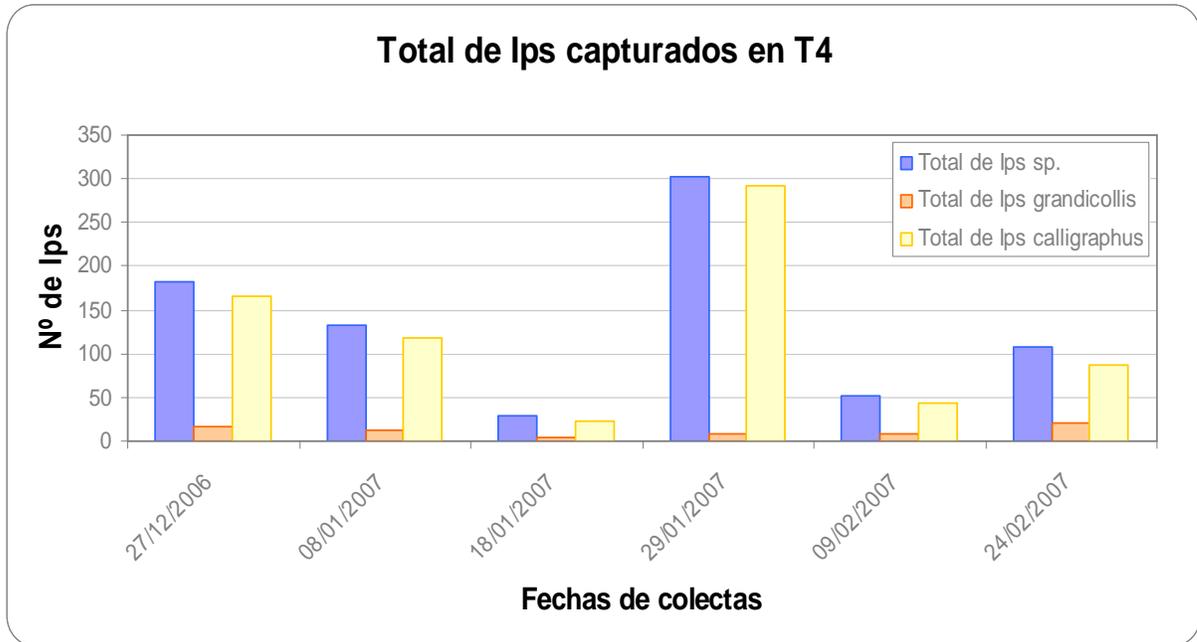
**Figura 5: Capturas totales de insectos mediante Tratamiento 1.**

En la figura 6 se observa que el Tratamiento 4, correspondiente a la trampa más la feromona específica de *Ips calligraphus*, obtuvo un número de capturas considerable, particularmente de insectos del género *Ips*. Cabe destacar la ausencia de depredadores *Temnochila sp.* y *Enoclerus sp.*, y la mínima captura de *Dendroctonus sp.* Considerando que la feromona utilizada era específica para *Ips sp.* las capturas mayoritarias de estos tipos de insectos dan fe de la atractividad de la feromona utilizada. Podría ser comprensible la ausencia de especies de *Dendroctonus* en las trampas cebadas con feromona del *Ips*, no obstante era esperada la captura de los enemigos *Temnochila sp.* y *Enoclerus sp.*, lo cual no ocurrió.



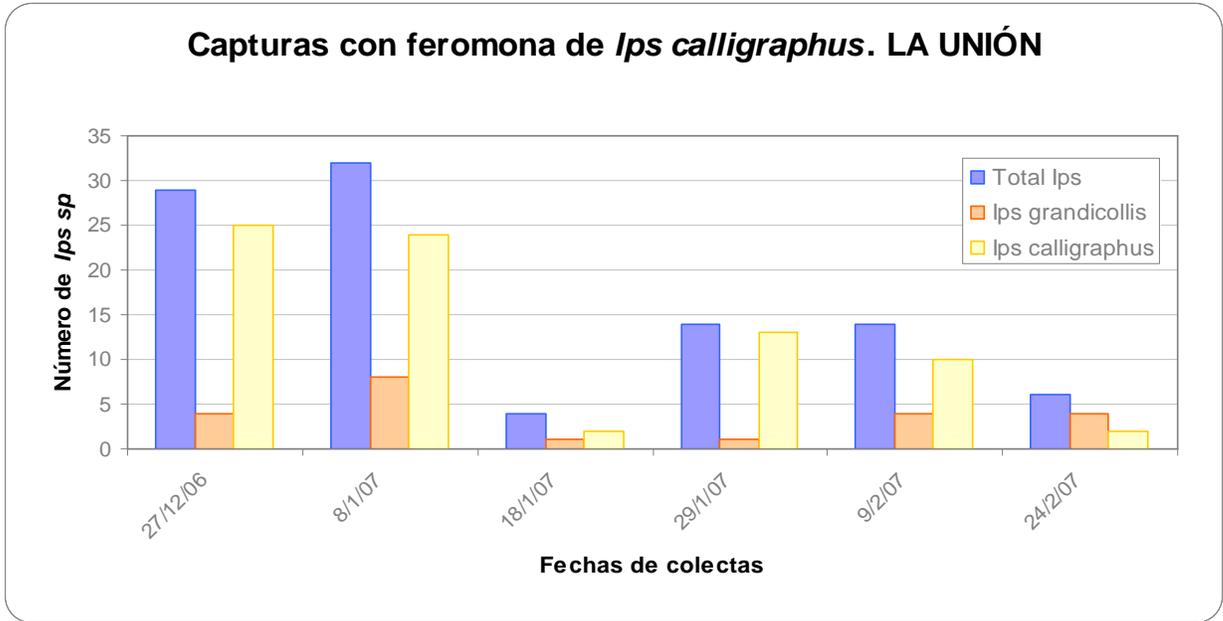
**Figura 6: Capturas totales de insectos mediante Tratamiento 4.**

Como puede verse en la figura 7 la trampa con feromona específica para *Ips calligraphus* capturó en todas las fechas de colecta un mayor número de insectos de esa especie en comparación con las capturas de *Ips grandicollis*. Como se aprecia, la mayoría de los insectos atrapados pertenecen a esta especie, lo que indica por un lado un buen grado de especificidad de la feromona, y por otro lado cierto grado de atractividad de la feromona de *Ips calligraphus* también para *Ips grandicollis*.

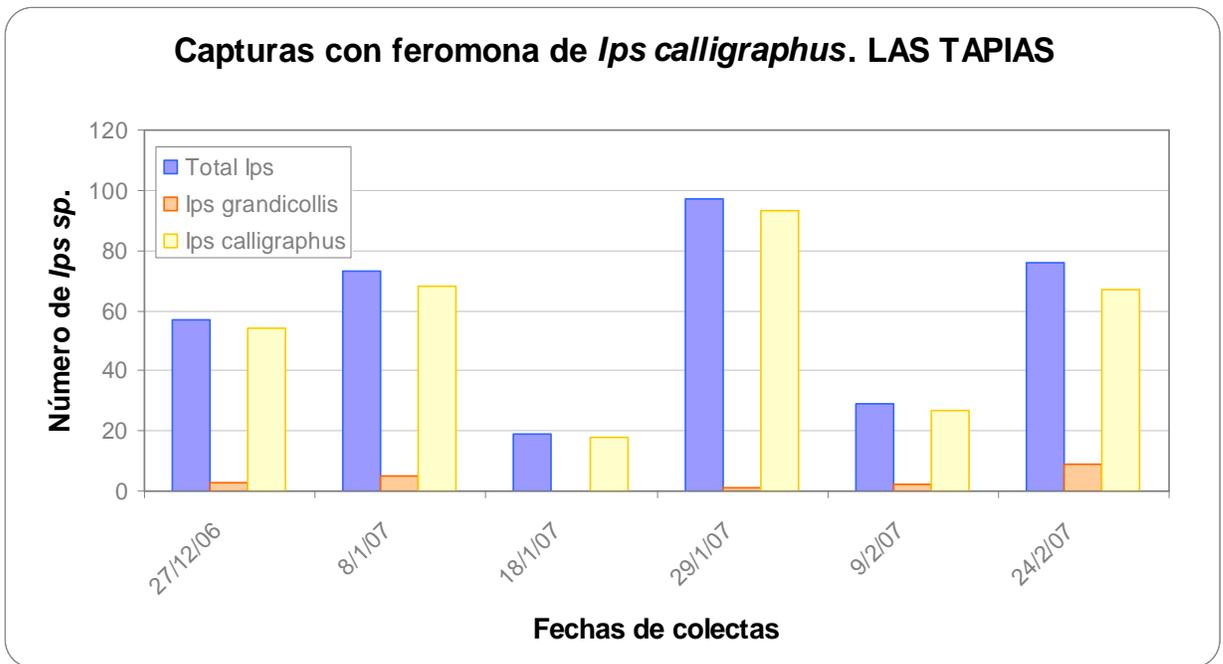


**Figura 7: *Ips grandicollis* e *Ips calligraphus* capturados T4.**

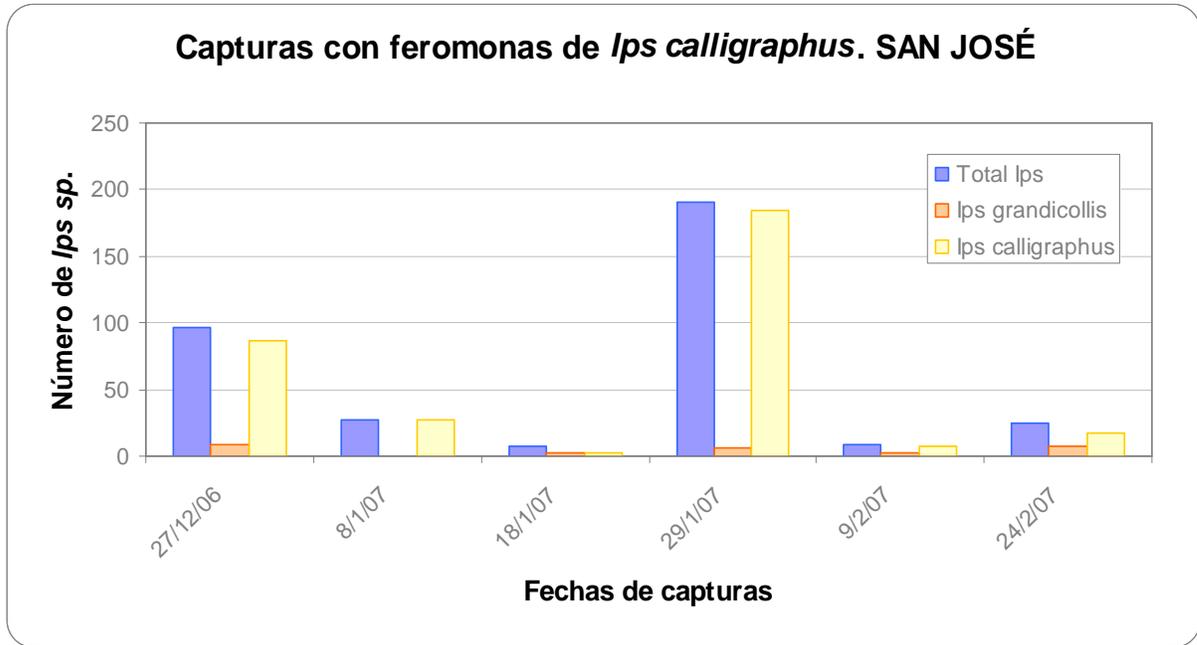
Como puede observarse en las figuras 8, 9 y 10 en los tres sitios de estudio (La Unión, Las tapias y San José) el Tratamiento 4 obtuvo mayores capturas de *Ips calligraphus* en comparación con *Ips grandicollis*, lo cual refuerza la idea que existió una mayor especificidad de la feromona para *Ips calligraphus*.



**Figura 8: Capturas de *Ips* con feromona de *Ips calligraphus* en la Unión.**

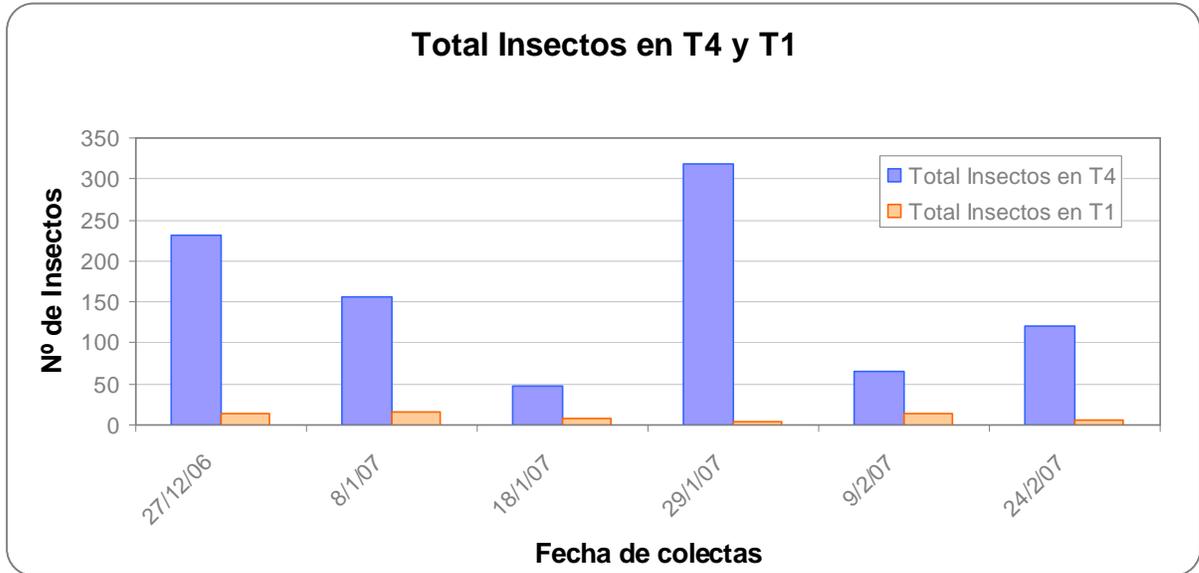


**Figura 9: Capturas de *Ips* con feromona de *Ips calligraphus* en las Tapias.**



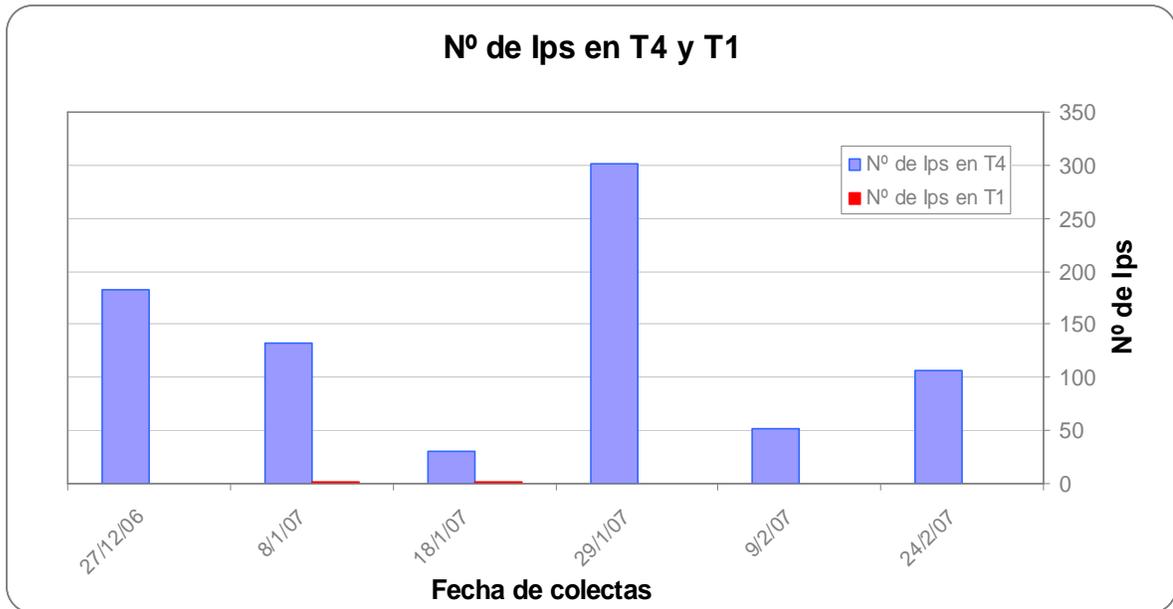
**Figura 10: Capturas de *Ips* con feromona de *Ips calligraphus* en San José.**

Comparativamente, como puede observarse en la figura 11 el Tratamiento con feromona específica de *Ips calligraphus* (Tratamiento 4) obtuvo capturas significativamente mayores que el Tratamiento 1 (sólo la trampa), lo cual refuerza el conocimiento que la trampa por sí sola no parece tener ningún efecto de atracción.



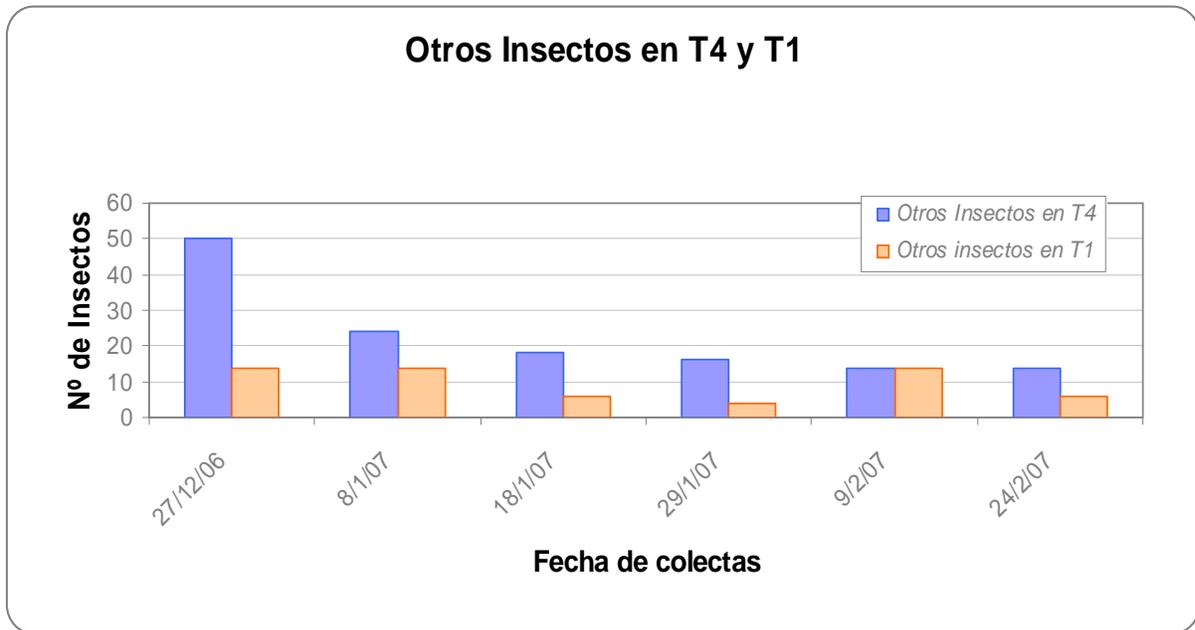
**Figura 11: Capturas totales de insectos en los Tratamientos T4 y T1.**

En la figura 12 puede observarse la notoria captura en el número de *lps sp.* en el Tratamiento 4 en comparación con el Tratamiento 1, indicando la atractividad ejercida por la feromona utilizada.



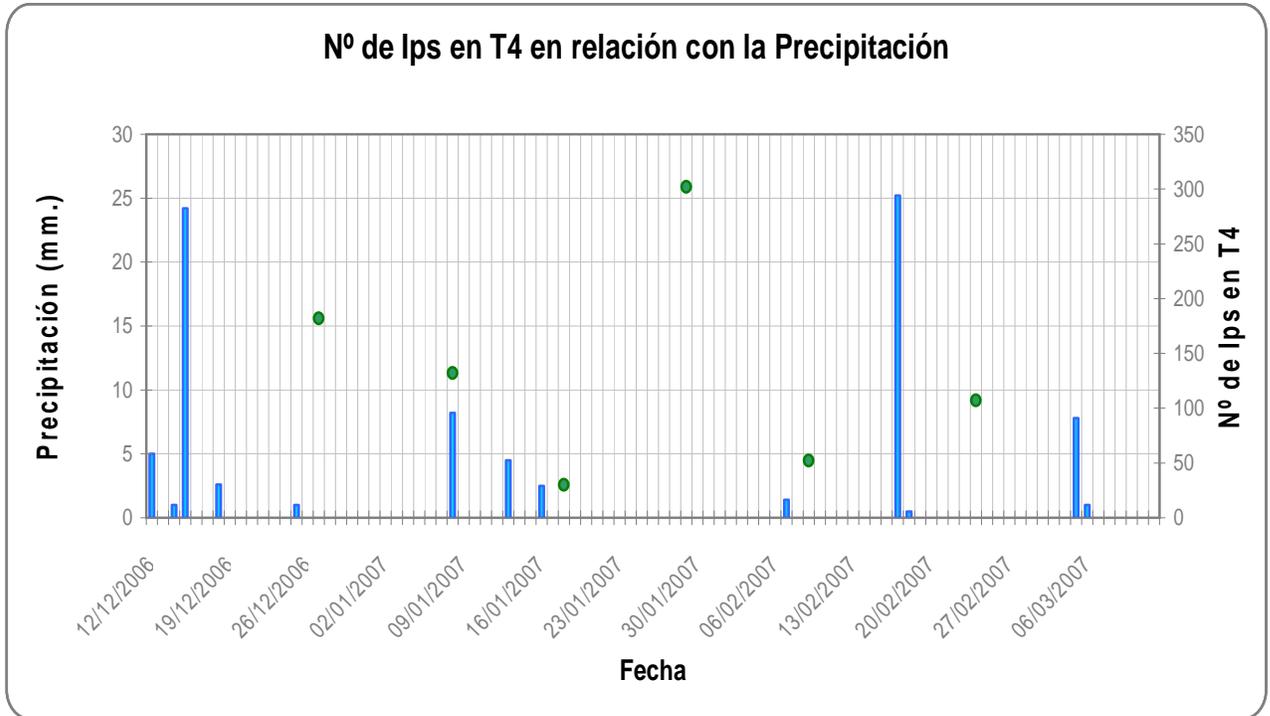
**Figura 12: Comparación entre el total de *lps sp.* capturados en los Tratamientos, T1 y T4.**

Considerando los Otros Insectos capturados, en la figura 13 observamos que el Tratamiento 4 capturó un mayor número de Otros Insectos que el Tratamiento 1, aunque la proporción de otros insectos recolectados con respecto a *Ips sp.* es mucho menor, lo que nos indica la efectividad de la feromona específica.



**Figura 13: Otros Insectos capturados en los Tratamientos, T1 y T4.**

En la figura 14 se observa el patrón de Precipitación observado durante el periodo del estudio y el total de *Ips calligraphus* capturados con el Tratamiento 4. A simple vista no se observa relación aparente entre el número de insectos y la cantidad de lluvia.



**Figura 14: Patrón de precipitación observado y capturas de *Ips calligraphus* en el Tratamiento 4.**

## **Análisis estadístico de los resultados.**

El análisis de la varianza indicó que el modelo evaluado es altamente significativo ( $P < 0.0001$ ) y el ajuste del coeficiente de correlación es aceptable (R-Square = 0.673691).

La interacción entre las variables fecha y tratamiento es no significativa, lo que indica que los tratamientos usados en cada trampa se comportan igual en las distintas fechas. Lo más evidente fue que la variable tratamiento resultó altamente significativa ( $P < 0.0001$ ) y que la variable fecha fue significativa ( $P = 0.0446$ ).

En la separación de medias para los Tratamientos, el valor crítico obtenido fue de  $t = 2.00172$ , por lo que hay dos categorías de tratamientos estadísticamente diferentes; la primera compuesta por dos tipos de Tratamientos:

- T3 Trampa con feromona de *Ips grandicollis*.
- T4 Trampa con feromona de *Ips calligraphus*.

Y la segunda categoría incluye los restantes tres tipos de Tratamientos:

- T2 Trampa con diluyente.
- T5 Trampa con feromona de *Dendroctonus sp.* más diluyente.
- T1 Trampa sin aditivo.

El siguiente cuadro 7, se corresponde con la salida de SAS para el análisis de las medias.

**Cuadro 7: Análisis de las medias de las capturas de *Ips calligraphus* mediante los distintos Tratamientos.**

Tipo de Tratamiento	Promedio de Insectos	Grupo
T3 = Trampa + feromona de <i>Ips grandicollis</i>	39.889	A
T4 = Trampa + feromona de <i>Ips calligraphus</i>	40.500	A
T2 = Trampa + aguarrás	0.556	B
T5 = Trampa + feromona de <i>Dendroctonus frontalis</i>	0.333	B
T1 = Trampa solamente	0.056	B

Esto indica que tanto T3 como T4 fueron aptos para la captura efectiva de *Ips calligraphus*.

En la separación de medias para las fechas de las colectas de los insectos el valor crítico ha sido también  $t = 2.00172$  por lo hay que dos categorías estadísticamente diferentes con respecto a la variable Fecha; la primera compuesta de las fechas que han resultado más efectivas con respecto a las capturas de *Ips caligraphus*:

- 4: 29/01/2007
- 1: 27/12/2006
- 2: 08/01/2007

Y la segunda categoría incluye las restantes tres fechas, algo menos efectivas para las capturas:

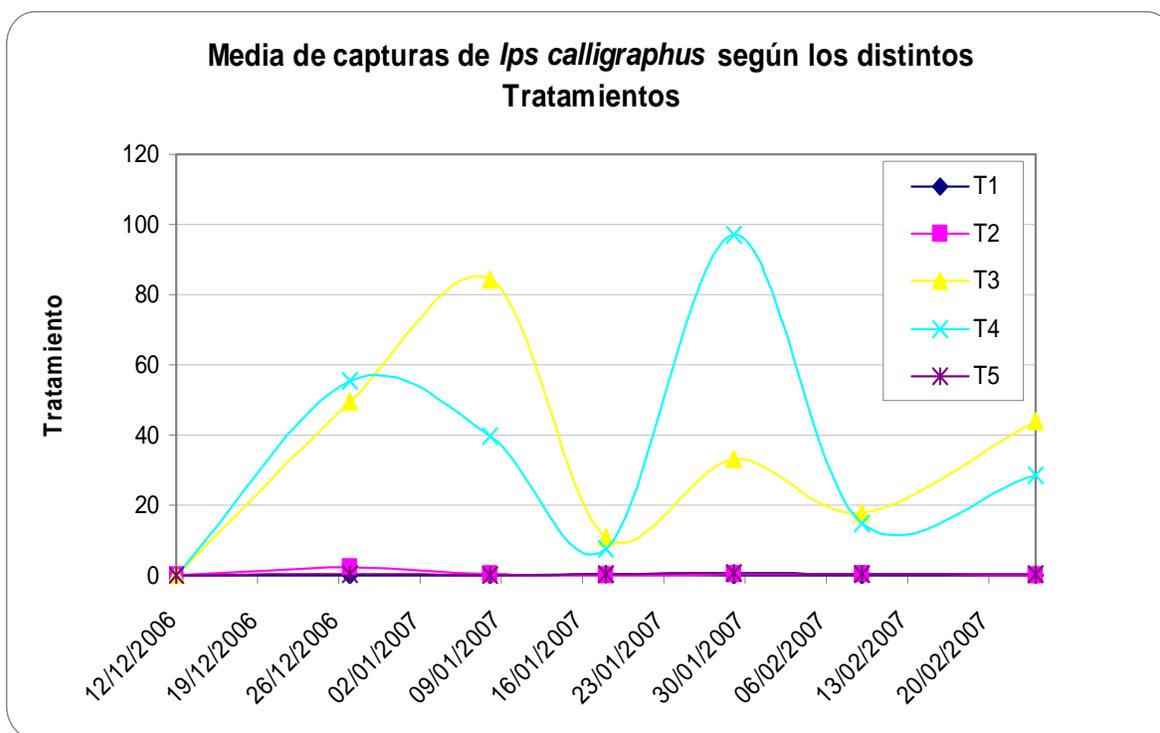
- 6: 24/02/2007
- 5: 09/02/2007
- 3: 18/01/2007

El siguiente cuadro 8, muestra las medias de capturas de *Ips calligraphus* en las determinadas fechas.

**Cuadro 8: Análisis de las medias de las capturas de *Ips calligraphus* en las distintas fechas.**

Fecha	Promedio de Insectos	Grupo
4 = 29/01/2007	26.200	A
1 = 27/12/2006	21.533	A
2 = 08/01/2007	24.867	A
6 = 24/02/2007	14.600	BA
5 = 09/02/2007	6.600	B
3 = 18/01/2007	3.800	B

Aunque la interacción entre Fecha y Tratamiento es no significativa, se vio conveniente realizar la figura 15 por su perspectiva aclaratoria de los datos. En ella se aprecia la media de las capturas de *Ips calligraphus* según los distintos Tratamientos, en cada una de las fechas.



**Figura 15: Media de capturas de *Ips calligraphus* según los distintos Tratamientos.**

## VII.- CONCLUSIONES.

- La feromona Ipsdienol (2-Methyl-6-methylene-2,7-octadien-4-ol), resultó ser específica para la captura de *Ips calligraphus*, por lo que puede ser utilizada para su monitoreo poblacional.

- Se observó fluctuación poblacional de *Ips calligraphus* durante todo el periodo de estudio y comparativamente el lugar Las Tapias presentó la mayor abundancia numérica de esta especie de insecto en comparación con la Unión y San José.

- Con la feromona Ipsdienol (2-Methyl-6-methylene-2,7-octadien-4-ol), la cual es específica de *Ips calligraphus*, no fue posible capturar ni un solo individuo de los depredadores *Temnochila sp.* y *Enoclerus sp.*

- Se ha comprobado que la efectividad de la feromona es análoga mediante la colocación de varias trampas con el mismo tratamiento en varios lugares de características similares, ya que la respuesta obtenida ha sido similar.

- Mediante la comparación entre trampas con feromona de *Ips calligraphus* y trampas sin ningún aditivo, se demostró la alta efectividad de la feromona, y el hecho que la trampa por sí sola no tiene ninguna efectividad de captura.

## VIII.- RECOMENDACIONES.

- Seguir con el monitoreo para poder estudiar más a fondo el comportamiento de *Ips sp.*, *Dendroctonus sp.* y sus depredadores naturales (*Temnochila sp.* y *Enoclerus sp.*) para disponer de información biológica útil que contribuya a minimizar brotes de esta plaga tan agresivos como el registrado durante los años 1999-2001.
- Procurar la obtención de los mayores datos de orden climatológico como temperatura y precipitación, a efecto de correlacionarlos con la fluctuación poblacional de *Ips sp.* y otros descortezadores para mejorar el entendimiento del comportamiento de estos insectos a través de ciclos estacionales completos.
- Dado las condiciones ambientales prevalentes en los sitios de estudio, se recomienda que en futuras investigaciones las colectas de insectos de las trampas se realicen en periodos más cortos de tiempo que los usados en el presente estudio.
- Involucrar en los estudios bioecológicos a propietarios, trabajadores del bosque e instituciones presentes en la zona para así concienciar a la masa social de la importancia de estos estudios, tanto a nivel económico como ambiental.

## VIII.- BIBLIOGRAFÍA.

### Bibliografía citada

BILLINGS, F. R.; ESPINO, V. (2005). *El Gorgojo Descortezador del Pino (Dendroctonus Frontalis) en Centroamérica. Cómo Reconocer, Prevenir y Controlar Plagas*. Servicio Forestal de Texas. (Publicación 0605/15000). Pp. 19.

CIBRIÁN, D.; MÉNDEZ, J.T.; CAMPOS, R.; YATES III, H.O.; FLORES, J. E. (1995). *Insectos forestales de México*. 1ª ed. Chapingo, México: Universidad Autónoma de Chapingo. ISBN 968-884-281-8. Pp. 453.

FAO. (2004). *Estrategia Regional para Sanidad y Manejo Forestal en América Central*. 1ª ed. San José: Proyecto FAO. Pp. 55.

FENZL, N. (1989). *Nicaragua: Geografía, Clima, Geología e Hidrogeología*. 1ª ed. Nicaragua: Gráfica e Editora Universitaria UFPA/ INETER/INAN. ISBN 95-247-0037-8.

INAFOR. (2002). *Acciones Realizadas y Efectos Causados por el Gorgojo Descortezador (Dendroctonus frontalis, Zimm) en las áreas Boscosas de Coníferas del departamento de Nueva Segovia*. 2ª versión. Managua, Nicaragua.

IPADE, COSUDE, Alcaldía de San Fernando. (2002). *Análisis de Riesgos y Propuesta de Plan Municipal de Prevención y Mitigación de Desastres*. San Fernando, Nueva Segovia.

MAGFOR, INAFOR, MARENA. (2002). *Manejo integrado de Cuencas Hidrográficas de la Región de las Segovias*. Nueva Segovia.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARENA). (1999). *Biodiversidad en Nicaragua, un estudio de país*. 1ª ed. MARENA – PANIF (Programa Ambiental Nicaragua Finlandia). ISBN 99924-809-0-4.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARENA) – INSTITUTO NACIONAL FORESTAL (INAFOR) DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA Y FORESTAL (MAGFOR). (2002) *Guía de Especies Forestales de Nicaragua*. 1ª ed. Managua: Editora de Arte. ISBN 99924-34-17-1.

PAANIC (2001). *Valoración PAANIC, 93*. Managua, Nicaragua.

PAF-NS (2005). *Diagnostico del Sector Forestal Municipal de San Fernando*. Nueva Segovia.

SE-SINAPRED. (2004). *Plan Nacional de Gestión del Riesgo*. SINAPRED. Managua, Nicaragua.

SINAPRED. (2003). *Plan de Respuesta Municipal con Enfoque de Gestión del Riesgo*. San Fernando, Nueva Segovia.

STEVENS, W.D.; CUTAITA, D.M. (2001). *Flora de Nicaragua*. 1ª ed. St. Louis, Missouri: Missouri Botanical Garden Press. ISBN 0-915279-95-9.

## **Bibliografía consultada**

ALFARO, J.A.; LAZO, J.N. (2005). Insectos descortezadores y fauna insectil asociada a los pinos en dos municipios del departamento de Nueva Segovia. E. Jiménez Martínez (asesor). Universidad Nacional Agraria. Managua.

COULSON, R.; WITTER, J. (1990). *Entomología Forestal: Ecología y control*. 1ª ed. México, D.F.: Limusa. ISBN 0-471-02573-9.

FOWLER, J.; COHEM, L.; JARVIS, P. (1998). *Practical Statistics for Field Biology*. 2ª ed. England: Wiley. ISBN 0-471-98296-2.

JIMÉNEZ, E. (2005). *Insectos descortezadores de pino y sus principales depredadores naturales*, Guía técnica núm. 9. Universidad Nacional Agraria. Managua. Nicaragua. Pp. 19.

LÓPEZ, B.; GARCÍA, C. (2006). Estudio bioecológico sobre descortezadores y su fauna asociada en el bosque de pino del municipio de San Fernando. Tesis Ingeniero en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pp. 55.

LÓPEZ, B.; TOLEDO, I. (2005). Dinámica poblacional de Descortezadores de pino en dos municipios del departamento de Nueva Segovia. E. Jiménez Martínez (asesor). Universidad Nacional Agraria. Managua.

MAES, J-M. (1992). "Plagas insectiles de Nicaragua". *Manejo Integrado de Plagas*, núm. 23: p. 13-16.

MIDTGAARD, F.; THUNES, K.H. *Escarabajos de la corteza del pino en Mountain Pine Ridge Forest Reserve, Belice; Descripción de las especies, como controlar y atacar las infecciones de los escarabajos*. Pp. 18.

NUNES, C.; DÁVILA, MAL. (2004). *Guía para la identificación de gorgojos descortezadores del pino e insectos asociados*. 1ª ed. Managua: Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco. ISBN 99924-861-0-4. Pp. 33.

RYKKEW, J.J.; HANSON, T. (1999). *A Guide to Common Bark Beetles (Coleoptera: Scolytidae) Endemic to Northeastern United States*. 1ª ed. Washington: United States Department of Agriculture, Forest Service. Pp. 36.

SALAS, J.B. (1993). *Árboles de Nicaragua*. 1ª ed. Managua: Hispamer.

ZÚÑIGA, T. (1999). *Fauna Silvestre protegida en Nicaragua*. 1ª ed. Managua: MARENA, PROTIERRA.

## **ANEXO I: Tablas de Resultados de las Capturas e Identificación.**

Cuadro 9: Resultados de la colecta e identificación del 27/12/2006.

**Evaluación rápida de la eficacia de la feromona de *Ips calligraphus*, San Fernando**

Fecha	Sitio	Trat.	<b>Total <i>Ips sp.</i></b>	<i>Ips grandicollis</i>	<i>Ips calligraphus</i>	Otros <i>Ips sp.</i>	<i>Dendroctonus frontalis</i>	<i>Dendroctonus aproximatus</i>	Depredador <i>Enoclerus</i>	Depredador <i>Termochila</i>	Otros insectos	<b>Total insectos</b>
27/12/2006	La Unión	T1	<b>0</b>								4	<b>4</b>
27/12/2006	La Unión	T2*	<b>6</b>		6						6	<b>12</b>
27/12/2006	La Unión	T3*	<b>79</b>	64	15						13	<b>92</b>
27/12/2006	La Unión	T4	<b>29</b>	4	25						3	<b>32</b>
27/12/2006	La Unión	T5**	<b>1</b>	1			3	1			1	<b>6</b>
27/12/2006	Las Tapias	T1	<b>0</b>								8	<b>8</b>
27/12/2006	Las Tapias	T2*	<b>3</b>		1	2					14	<b>17</b>
27/12/2006	Las Tapias	T3*	<b>76</b>	12	64						72	<b>148</b>
27/12/2006	Las Tapias	T4	<b>57</b>	3	54						40	<b>97</b>
27/12/2006	Las Tapias	T5**	<b>1</b>		1						16	<b>17</b>
27/12/2006	San José	T1	<b>0</b>								2	<b>2</b>
27/12/2006	San José	T2*	<b>2</b>	2							5	<b>7</b>
27/12/2006	San José	T3*	<b>87</b>	17	70						11	<b>98</b>
27/12/2006	San José	T4	<b>96</b>	9	87						7	<b>103</b>
27/12/2006	San José	T5**	<b>0</b>								1	<b>1</b>
<b>TOTAL</b>			<b>437</b>	<b>112</b>	<b>323</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>203</b>	<b>644</b>

\* Datos cedidos por Nùria Tous

\*\* Datos cedidos por Mario Ruiz

Cuadro 10: Resultados de la colecta e identificación del 08/01/2007.

**Evaluación rápida de la eficacia de la feromona de *Ips calligraphus*, San Fernando**

Fecha	Sitio	Trat.	<b>Total <i>Ips sp.</i></b>	<i>Ips grandicollis</i>	<i>Ips calligraphus</i>	Otros <i>Ips sp.</i>	<i>Dendroctonus frontalis</i>	<i>Dendroctonus aproximatus</i>	Depredador <i>Enoclerus</i>	Depredador <i>Termochila</i>	Otros insectos	<b>Total insectos</b>
08/01/2007	La Unión	T1	<b>0</b>								2	<b>2</b>
08/01/2007	La Unión	T2*	<b>0</b>								3	<b>3</b>
08/01/2007	La Unión	T3*	<b>16</b>	10	6						3	<b>19</b>
08/01/2007	La Unión	T4	<b>32</b>	8	24						4	<b>36</b>
08/01/2007	La Unión	T5**	<b>0</b>					3			1	<b>4</b>
08/01/2007	Las Tapias	T1	<b>0</b>								12	<b>12</b>
08/01/2007	Las Tapias	T2*	<b>1</b>		1						6	<b>7</b>
08/01/2007	Las Tapias	T3*	<b>136</b>	12	124						22	<b>158</b>
08/01/2007	Las Tapias	T4	<b>73</b>	5	68						16	<b>89</b>
08/01/2007	Las Tapias	T5**	<b>0</b>				1				1	<b>2</b>
08/01/2007	San José	T1	<b>1</b>	1								<b>1</b>
08/01/2007	San José	T2*	<b>0</b>								1	<b>1</b>
08/01/2007	San José	T3*	<b>136</b>	13	123							<b>136</b>
08/01/2007	San José	T4	<b>27</b>		27						4	<b>31</b>
08/01/2007	San José	T5**	<b>0</b>				1					<b>1</b>
<b>TOTAL</b>			<b>422</b>	<b>49</b>	<b>373</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>75</b>	<b>502</b>

\* Datos cedidos por Núria Tous

\*\* Datos cedidos por Mario Ruiz

Cuadro 11: Resultados de la colecta e identificación del 18/01/2007.

**Evaluación rápida de la eficacia de la feromona de *Ips calligraphus*, San Fernando**

Fecha	Sitio	Trat.	<b>Total <i>Ips sp.</i></b>	<i>Ips grandicollis</i>	<i>Ips calligraphus</i>	Otros <i>Ips sp.</i>	<i>Dendroctonus frontalis</i>	<i>Dendroctonus aproximatus</i>	Depredador <i>Enoclerus</i>	Depredador <i>Termochila</i>	Otros insectos	<b>Total insectos</b>
18/01/2007	La Unión	T1	<b>0</b>									<b>0</b>
18/01/2007	La Unión	T2*	<b>0</b>								2	<b>2</b>
18/01/2007	La Unión	T3*	<b>4</b>		4				1		3	<b>8</b>
18/01/2007	La Unión	T4	<b>4</b>	1	2	1					4	<b>8</b>
18/01/2007	La Unión	T5**	<b>0</b>								1	<b>1</b>
18/01/2007	Las Tapias	T1	<b>0</b>								3	<b>3</b>
18/01/2007	Las Tapias	T2*	<b>1</b>	1				1			9	<b>11</b>
18/01/2007	Las Tapias	T3*	<b>26</b>	4	21	1					17	<b>43</b>
18/01/2007	Las Tapias	T4	<b>19</b>		18	1					11	<b>30</b>
18/01/2007	Las Tapias	T5**	<b>2</b>	1	1						16	<b>18</b>
18/01/2007	San José	T1	<b>1</b>		1						3	<b>4</b>
18/01/2007	San José	T2*	<b>1</b>	1							1	<b>2</b>
18/01/2007	San José	T3*	<b>15</b>	8	7						3	<b>18</b>
18/01/2007	San José	T4	<b>7</b>	3	3	1					3	<b>10</b>
18/01/2007	San José	T5**	<b>0</b>				1				8	<b>9</b>
<b>TOTAL</b>			<b>80</b>	<b>19</b>	<b>57</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>84</b>	<b>167</b>

\* Datos cedidos por Nùria Tous

\*\* Datos cedidos por Mario Ruiz

Cuadro 12: Resultados de la colecta e identificación del 29/01/2007.

**Evaluación rápida de la eficacia de la feromona de *Ips calligraphus*, San Fernando**

Fecha	Sitio	Trat.	<b>Total <i>Ips sp.</i></b>	<i>Ips grandicollis</i>	<i>Ips calligraphus</i>	Otros <i>Ips sp.</i>	<i>Dendroctonus frontalis</i>	<i>Dendroctonus aproximatus</i>	Depredador <i>Enoclerus</i>	Depredador <i>Termochila</i>	Otros insectos	<b>Total insectos</b>
29/01/2007	La Unión	T1	<b>0</b>								1	<b>1</b>
29/01/2007	La Unión	T2*	<b>0</b>								5	<b>5</b>
29/01/2007	La Unión	T3*	<b>17</b>	3	11	3	1				3	<b>21</b>
29/01/2007	La Unión	T4	<b>14</b>	1	13						4	<b>18</b>
29/01/2007	La Unión	T5**	<b>2</b>	1	1							<b>2</b>
29/01/2007	Las Tapias	T1	<b>0</b>								3	<b>3</b>
29/01/2007	Las Tapias	T2*	<b>1</b>		1						5	<b>6</b>
29/01/2007	Las Tapias	T3*	<b>72</b>	10	58	4					28	<b>100</b>
29/01/2007	Las Tapias	T4	<b>97</b>	1	93	3	1				9	<b>107</b>
29/01/2007	Las Tapias	T5**	<b>0</b>								16	<b>16</b>
29/01/2007	San José	T1	<b>0</b>									<b>0</b>
29/01/2007	San José	T2*	<b>1</b>			1					9	<b>10</b>
29/01/2007	San José	T3*	<b>31</b>		30	1					2	<b>33</b>
29/01/2007	San José	T4	<b>191</b>	6	185						3	<b>194</b>
29/01/2007	San José	T5**	<b>1</b>		1		3				5	<b>9</b>
<b>TOTAL</b>			<b>427</b>	<b>22</b>	<b>393</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>93</b>	<b>525</b>

\* Datos cedidos por Nùria Tous

\*\* Datos cedidos por Mario Ruiz

Cuadro 13: Resultados de la colecta e identificación del 09/02/2007.

**Evaluación rápida de la eficacia de la feromona de *Ips calligraphus*, San Fernando**

Fecha	Sitio	Trat.	<b>Total <i>Ips sp.</i></b>	<i>Ips grandicollis</i>	<i>Ips calligraphus</i>	Otros <i>Ips sp.</i>	<i>Dendroctonus frontalis</i>	<i>Dendroctonus aproximatus</i>	Depredador <i>Enoclerus</i>	Depredador <i>Termochila</i>	Otros insectos	<b>Total insectos</b>
09/02/2007	La Unión	T1	<b>0</b>								8	<b>8</b>
09/02/2007	La Unión	T2*	<b>0</b>								7	<b>7</b>
09/02/2007	La Unión	T3*	<b>25</b>	1	24						3	<b>28</b>
09/02/2007	La Unión	T4	<b>14</b>	4	10						2	<b>16</b>
09/02/2007	La Unión	T5**	<b>0</b>									<b>0</b>
09/02/2007	Las Tapias	T1	<b>0</b>								3	<b>3</b>
09/02/2007	Las Tapias	T2*	<b>0</b>								9	<b>9</b>
09/02/2007	Las Tapias	T3*	<b>13</b>		13						29	<b>42</b>
09/02/2007	Las Tapias	T4	<b>29</b>	2	27						6	<b>35</b>
09/02/2007	Las Tapias	T5**	<b>2</b>	1	1						6	<b>8</b>
09/02/2007	San José	T1	<b>0</b>								3	<b>3</b>
09/02/2007	San José	T2*	<b>1</b>		1						2	<b>3</b>
09/02/2007	San José	T3*	<b>17</b>	1	16							<b>17</b>
09/02/2007	San José	T4	<b>9</b>	2	7						6	<b>15</b>
09/02/2007	San José	T5**	<b>0</b>								1	<b>1</b>
<b>TOTAL</b>			<b>110</b>	<b>11</b>	<b>99</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>85</b>	<b>195</b>

\* Datos cedidos por Nùria Tous

\*\* Datos cedidos por Mario Ruiz

Cuadro 14: Resultados de la colecta e identificación del 24/02/2007.

**Evaluación rápida de la eficacia de la feromona de *Ips calligraphus*, San Fernando**

Fecha	Sitio	Trat.	<b>Total <i>Ips sp.</i></b>	<i>Ips grandicollis</i>	<i>Ips calligraphus</i>	Otros <i>Ips sp.</i>	<i>Dendroctonus frontalis</i>	<i>Dendroctonus aproximatus</i>	Depredador <i>Enoclerus</i>	Depredador <i>Termochila</i>	Otros insectos	<b>Total insectos</b>
24/02/2007	La Unión	T1	<b>0</b>								3	<b>3</b>
24/02/2007	La Unión	T2*	<b>0</b>								4	<b>4</b>
24/02/2007	La Unión	T3*	<b>22</b>	9	13						2	<b>24</b>
24/02/2007	La Unión	T4	<b>6</b>	4	2						3	<b>9</b>
24/02/2007	La Unión	T5**	<b>0</b>									<b>0</b>
24/02/2007	Las Tapias	T1	<b>0</b>								1	<b>1</b>
24/02/2007	Las Tapias	T2*	<b>0</b>								2	<b>2</b>
24/02/2007	Las Tapias	T3*	<b>125</b>	24	101						9	<b>134</b>
24/02/2007	Las Tapias	T4	<b>76</b>	9	67						7	<b>83</b>
24/02/2007	Las Tapias	T5**	<b>0</b>								3	<b>3</b>
24/02/2007	San José	T1	<b>0</b>								2	<b>2</b>
24/02/2007	San José	T2*	<b>2</b>	2							11	<b>13</b>
24/02/2007	San José	T3*	<b>23</b>	5	18						4	<b>27</b>
24/02/2007	San José	T4	<b>25</b>	8	17						4	<b>29</b>
24/02/2007	San José	T5**	<b>2</b>	1	1		6	3			4	<b>15</b>
<b>TOTAL</b>			<b>281</b>	<b>62</b>	<b>219</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>59</b>	<b>349</b>

\* Datos cedidos por Núria Tous

\*\* Datos cedidos por Mario Ruiz

## ANEXO II: Datos de Precipitación.

### INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES

ESTACIÓN : SAN FERNANDO

LATITUD: 13° 40' 30"

CÓDIGO : 045016

LONGITUD: 86° 18' 54"

DATOS : PRECIPITACIÓN ( MM )

ELEVACIÓN: 725 m.s.n.m.

Cuadro 15: Datos de Precipitación.

DÍA	NOV/06	DIC/06	ENE/07	FEB/07	MAR/07
1	5	5	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	1.2	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	2.3	0	0	0	7.8
6	0	0	0	0	1
7	0	0	0	1.4	0
8	0	0	8.2	0	0
9	1	14	0	0	0
10	1.2	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	5	0	0	0
13	0	0	4.5	0	3.8
14	0	1	0	0	0
15	8.3	24.2	0	0	0
16	2.8	0	2.5	0	3
17	0	0	0	25.2	0
18	0	2.6	0	0.5	0
19	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0
25	0	1	0	0	0
26	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0
28	11	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0
30	3.5	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0
<b>SUMA</b>	36.3	52.8	15.2	27.1	15.6
<b>MEDIA</b>	1.2	1.7	0.5	1.0	0.6
<b>MÁXIMA</b>	11	24.2	8.2	25.2	7.8

### ANEXO III: Salidas SAS (Datos originales).

The SAS System  
The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
fecha	6	1 2 3 4 5 6
sitio	3	1 2 3
tratam	5	1 2 3 4 5

Number of observations 90

The SAS System  
The GLM Procedure

Dependent Variable: ic

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	66466.13333	2144.06882	3.86	<.0001
Error	58	32193.46667	555.05977		
Corrected Total	89	98659.60000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ic Mean
0.673691	144.8343	23.55971	16.26667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
fecha	5	6780.13333	1356.02667	2.44	0.0446
sitio	2	5751.20000	2875.60000	5.18	0.0085
tratam	4	34357.93333	8589.48333	15.47	<.0001
fecha*tratam	20	19576.86667	978.84333	1.76	0.0484

**The SAS System**  
**The GLM Procedure**  
**t Tests (LSD) for ic**

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

<b>Alpha</b>	0.05
<b>Error Degrees of Freedom</b>	58
<b>Error Mean Square</b>	555.0598
<b>Critical Value of t</b>	2.00172
<b>Least Significant Difference</b>	17.22

<b>Means with the same letter are not significantly different.</b>					
<b>t Grouping</b>			<b>Mean</b>	<b>N</b>	<b>fecha</b>
	A		26.200	15	4
	A				
	A		24.867	15	2
	A				
B	A		21.533	15	1
B	A				
B	A	C	14.600	15	6
B		C			
B		C	6.600	15	5
		C			
		C	3.800	15	3

**The SAS System**  
**The GLM Procedure**  
**t Tests (LSD) for ic**

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

<b>Alpha</b>	0.05
<b>Error Degrees of Freedom</b>	58
<b>Error Mean Square</b>	555.0598
<b>Critical Value of t</b>	2.00172
<b>Least Significant Difference</b>	15.72

<b>Means with the same letter are not significantly different.</b>			
<b>t Grouping</b>	<b>Mean</b>	<b>N</b>	<b>tratam</b>
A	40.500	18	4
A			
A	39.889	18	3
B	0.556	18	2
B			
B	0.333	18	5
B			
B	0.056	18	1

## ANEXO IV: Salidas SAS (Datos transformados)

*The SAS System*  
*The GLM Procedure*

Class Level Information		
Class	Levels	Values
fecha	6	1 2 3 4 5 6
sitio	3	1 2 3
tratam	5	1 2 3 4 5

Number of observations	90
------------------------	----

*The SAS System*  
*The GLM Procedure*

*Dependent Variable: ic*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	31	667.0755501	21.5185661	7.84	<.0001
Error	58	159.2374490	2.7454733		
Corrected Total	89	826.3129992			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ic Mean
0.807292	60.16122	1.656947	2.754178

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
fecha	5	44.4175872	8.8835174	3.24	0.0121
sitio	2	40.3936510	20.1968255	7.36	0.0014
tratam	4	491.6608353	122.9152088	44.77	<.0001
fecha*tratam	20	90.6034767	4.5301738	1.65	0.0712

**The SAS System**  
**The GLM Procedure**  
**t Tests (LSD) for ic**

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

<b>Alpha</b>	0.05
<b>Error Degrees of Freedom</b>	58
<b>Error Mean Square</b>	2.745473
<b>Critical Value of t</b>	2.00172
<b>Least Significant Difference</b>	1.2111

<b>Means with the same letter are not significantly different.</b>				
<b>t Grouping</b>		<b>Mean</b>	<b>N</b>	<b>fecha</b>
	A	3.4296	15	4
	A			
	A	3.4261	15	1
	A			
	A	3.3448	15	2
	A			
B	A	2.5941	15	6
B				
B		2.0872	15	5
B				
B		1.6433	15	3

**The SAS System**  
**The GLM Procedure**  
**t Tests (LSD) for ic**

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

<b>Alpha</b>	0.05
<b>Error Degrees of Freedom</b>	58
<b>Error Mean Square</b>	2.745473
<b>Critical Value of t</b>	2.00172
<b>Least Significant Difference</b>	1.1056

<b>Means with the same letter are not significantly different.</b>			
<b>t Grouping</b>	<b>Mean</b>	<b>N</b>	<b>tratam</b>
A	5.6656	18	3
A			
A	5.5653	18	4
B	0.9245	18	2
B			
B	0.8797	18	5
B			
B	0.7358	18	1