

Caracterización espacio temporal de los incendios en la provincia de Chaco  
y su relación con las actividades antrópicas

*Trabajo final presentado para optar al título de  
Especialista en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica aplicados al  
estudio de los recursos naturales y la producción agropecuaria*

**Luis Miguel Navarro**

Ingeniero Agrónomo- Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires- 2016

Lugar de trabajo: Instituto Nacional de Semillas



Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano  
Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires

## **TUTOR**

Tutor

**Carlos M Di Bella**

Ingeniero Agrónomo-Faculta de Agronomía, Universidad de Buenos Aires  
Doctor del Institut National Agronomique Paris-Grignon (Paris-Francia)

## **JURADO DE TRABAJO FINAL**

Jurado

**Gervasio Piñeiro Guerra**

Ingeniero Agrónomo (Universidad de la República)  
Dr en Ciencias Agropecuarias (EPG-FAUBA)

Jurado

**Pablo Baldassini**

Licenciado en Ciencias Ambientales (Universidad de Buenos Aires, Argentina)  
Dr en Ciencias Agropecuarias (Universidad de Buenos Aires, Argentina)

Fecha de defensa del Trabajo Final: 05 de Octubre de 2020

<b>RESUMEN</b> .....	4
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>2. OBJETIVO</b> .....	7
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	7
3.1. Área de Estudio.....	7
3.1.1. Ecorregiones .....	8
3.2. Información Satelital.....	9
3.2.1. Focos de Calor .....	9
3.2.2. Cobertura de Suelo.....	9
3.3. Información Complementaria .....	10
3.3.1. Mapas políticos Argentina: .....	10
3.3.2. Cartografías Temáticas de Ecorregiones:.....	10
3.3.3. Cuadrícula.....	10
3.4. Análisis de la Información .....	10
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	11
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	17
<b>6. ANEXO 1:FLORA DE LA PROVINCIA DE CHACO</b> .....	18
<b>7. ANEXO 2: TOTAL INCENDIOS POR PROVINCIA.</b> .....	24
<b>8. ANEXO 3: FOCOS DE CALOR DE LA PROVINCIA DE CHACO</b> .....	25
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	26

## **RESUMEN**

El fuego ha estado siempre presente en los ecosistemas del Chaco. Años atrás y en la actualidad, el fuego puede ser una herramienta útil, de fácil aplicación y bajo costo, para control de leñosas, eliminación de tejido senescente o muerto, remoción de tocones u otras actividades. Una parte de la región chaqueña ha sido históricamente transformada en terrenos agropecuarios, donde el uso del territorio estuvo asociado a la utilización de pastizales naturales para ganadería extensiva y explotación forestal. La expansión de la frontera agropecuaria en el Chaco lo convierte en el segundo foco de deforestación de Sudamérica, siendo esta región uno de los hot-spot de deforestación a nivel global. Los sistemas de información geográfica resultan en una herramienta útil, precisa y económica para el seguimiento de los incendios a diferentes escalas espaciales temporales, siendo una herramienta para la toma de decisiones. El presente trabajo tuvo como objetivo la caracterización espacio temporal de los incendios, a partir de información provista por FIRMS (*Fire Information for Resource Management System*) en la provincia de Chaco en los últimos 18 años y la identificación las zonas con mayor cantidad de incendios. Se observó que el 10% de los incendios a nivel país se producen en la provincia de Chaco. En el periodo seleccionado se produjeron 38526 focos de calor. La mayoría de los incendios ocurren a la salida del invierno, en los meses de agosto y septiembre donde se concentra más del 50% de los incendios. Luego de Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (N° 26.331/2007) y su adecuación Provincial (Ley 6409/2009), la ocurrencia de incendios siempre fue menor al promedio anual (2140 incendios). La mayor cantidad de incendios se produjo en la cobertura de bosques y pastizales.

**Palabras claves:** Chaco, incendios, deforestación, sensores remotos, Ley de Bosques.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El monte chaqueño, con su riqueza y diversidad cumple diferentes funciones y brinda muchos servicios que son sumamente importantes para asegurar el equilibrio del ecosistema y generar sociedades más justas y equitativas. El Gran Chaco Americano es una de las regiones de mayor diversidad biológica y cultural del mundo y la segunda área boscosa más grande del continente, después de la Amazonía (Redaf 2018). El principal problema que afecta al bosque nativo en la Provincia del Chaco es el desmonte o deforestación debido al avance de la frontera agropecuaria y al desplazamiento de la ganadería hacia el norte de la provincia (Redaf 2018). La expansión de la frontera agropecuaria en el Chaco lo convierte en el segundo foco de deforestación de Sudamérica (Gasparri et al. 2009, Hansen et al. 2013, Vallejos et al 2015). La transformación del territorio ha cambiado el paisaje de manera drástica, observándose la conversión de enormes extensiones de bosques en áreas de cultivos o pasturas. Las tasas de deforestación en esta región se encuentran entre las más altas del mundo (Hansen et al., 2013). En el norte del Chaco Seco Argentino la deforestación está estrechamente asociada a la expansión del cultivo de soja, y en los últimos años estuvo también relacionada con el crecimiento de la ganadería (Paruelo et al. 2005, Grau et al. 2005, Gasparri et al. 2013). Los factores que impulsaron el proceso de desmonte fueron entre otros, el aumento del precio internacional de la soja, el aumento de las precipitaciones, la introducción de variedades transgénicas o "Round-Up Ready" (RR) con sistemas de siembra directa, y cambios macroeconómicos sucedidos en Argentina (devaluación monetaria a fines de 2001 y mediados de 2002) (Volante 2014).

El fuego produce alteraciones en el ecosistema: cambios en la vegetación, el suelo o el paisaje; modificaciones en el balance de energía y agua; pérdidas económicas o daños en la salud y en la vida de las personas (Di Bella et al., 2008). La incidencia del fuego, ha sido relacionado a gradientes de precipitación y temperatura a nivel global (Di Bella et al. 2006). El fuego ha estado presente en el Chaco desde hace años. Los pueblos originarios lo usaron extensivamente para la guerra, caza y para preparar la vegetación para la agricultura. Años atrás y en la actualidad, el fuego es una herramienta utilizada para eliminar el exceso de material senescente debido a la rapidez de su aplicación y bajo costo (Kunst, C. 2011). Una parte de la región chaqueña ha sido históricamente transformada en terrenos agropecuarios, donde el uso del territorio estuvo asociado a la utilización de pastizales naturales para ganadería extensiva y explotación forestal

(Vallejos et al., 2015). El ambiente chaqueño posee características que lo hacen proclive al fuego. El clima, caracterizado por inviernos secos y fríos y primaveras secas y calurosas reúne las condiciones ambientales necesarias para la ocurrencia de incendios en esa época del año (Kunst, C. 2011). Los incendios pueden estar asociados a las actividades, forestales, agrícolas o ganaderas. A fines de eliminar tejido vegetal muerto o seco, promover el rebrote de pastos tiernos, controlar especies leñosas, entre otras cosas (Dibella et al., 2006, Kunst, C 2011).

El estudio de los incendios a través de la teledetección es una herramienta de gran utilidad. Los sensores remotos montados sobre distintas plataformas son una herramienta precisa, económica y con acceso libre (Di Bella et al. 2008) para realizar un seguimiento espacial y temporal de incendios (Di Bella et al., 2006; Di Bella et al., 2008; Fischer et al., 2008). La detección de focos de calor, por ejemplo, se basa en la capacidad de algunos sensores remotos de capturar la energía emitida por las superficies en las longitudes de onda correspondientes al infrarrojo medio y térmico del espectro electromagnético. De acuerdo a las temperaturas que alcanzan los incendios (entre 300°C y 1500°C), se establecen umbrales asociados a la energía emitida en determinada longitud de onda los cuales permiten identificar los focos de calor (Di Bella et al 2008). A partir de la energía radiativa de los fuegos es posible estimar el área quemada y/o incluso evaluar el estado de recuperación de la cobertura vegetal posterior a la ocurrencia del fuego (Fischer et al., 2007). Un incendio real puede estar formado por uno o más focos de calor. La presencia de nubes, o probablemente el humo pueda afectar la detección de focos de calor activos. A fin de que no ocurran falsas detecciones los algoritmos incorporan el comportamiento espectral de superficies vecinas (Di Bella et al. 2008). Una de las formas de acceder a dichos eventos es a través de *Fire Information for Resource Management System* (FIRMS) NASA, los cuales posee productos globales y casi en tiempo real, que pueden ser procesadas por distintos SIG (Di Bella et al. 2008).

## **2. OBJETIVO**

El Objetivo de este trabajo es la caracterización espacio temporal de los incendios en la provincia de Chaco. Se intentará evaluar en la región cuales son las zonas con mayor ocurrencia de incendios y las coberturas de suelo más afectadas. Para ello se realizará una recopilación de datos geográficos necesarios (área de estudio, focos de calor, coberturas), y luego una descripción espacial y temporal de la ocurrencia de incendios y su distribución de acuerdo a los distintos tipos de cobertura del territorio.

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Área de Estudio**

La zona utilizada es la provincia de Chaco, la misma se encuentra ubicada en una gran llanura en el noroeste de Argentina. Limita al oeste con la provincia de Salta y Santiago del Estero, al sur el paralelo 28° Sur la separa de Santa Fe. El río Paraná la separa de la provincia de Corrientes; al norte y al este limita con Formosa mediante el río Bermejo y su afluente, el río Teuco. Posee una superficie de 9,9 millones de hectáreas. Su clima es semitropical, con veranos muy calurosos e inviernos fríos. Las primeras heladas se presentan en el mes de mayo y la última en octubre. Posee un gradiente de precipitaciones que disminuye paulatinamente desde el Este (entre 1300 mm y 900 mm) hacia el Oeste (entre 800 mm y 600 mm) que puede estar influenciado del factor continental. Hacia el oeste la amplitud térmica es mayor y el clima más seco, en el invierno tiene una marcada estación seca. Las precipitaciones acumuladas pueden llegar a los 600 mm anuales en el extremo oeste. Posee un relieve llano y aluvial, con una muy leve inclinación de noroeste a sudeste. Los suelos son en su mayoría arcillosos, lo que sumado a la escasa pendiente dificulta el escurrimiento de aguas y forma numerosos bañados, esteros y lagunas semipermanentes. La vegetación refleja la desigual distribución de lluvias y ofrece un bosque cerrado al oeste (El Impenetrable) un paisaje de parques y sabanas en el centro y las selvas en galerías que bordean los ríos del oeste. La agricultura de la Provincia del Chaco se ha intensificado en los últimos años avanzando sobre nuevas tierras al oeste, generando un impacto importante sobre los recursos naturales entre los que se encuentra el suelo. Actualmente se encuentra vigente la Ley Nacional de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos (N°

26.331/2007) y su adecuación Provincial (Ley 6409/2009) publicada en el Boletín Oficial el día 12 de abril de 2010.

### **3.1.1. Ecorregiones**

Teniendo en cuenta sus características climáticas, ecológicas y por el régimen de precipitaciones el Chaco puede dividirse, en tres ecorregiones naturales: Chaco Húmedo, Chaco de Transición y el Chaco Seco (Ledesma et al., 2017). La ecorregión Chaco Seco se encuentra ubicada en el noroeste de la provincia, la misma se caracteriza por ser una región semiárida con una estación seca marcada y una creciente disminución de las lluvias hacia el oeste (Ledesma et al., 2017). La misma posee suelos limo-arenosos. Las zonas más representativas son las formas arbóreas combinadas con arbustos. Se caracteriza por el Bosque cerrado de xerófitas, de entre 15 y 25 m de altura representada por bosques de quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorenzii*) y quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) (Oyarzabal et al., 2018). También se encuentran especies con hojas reducidas y/o coriáceas, abundancia de espinas, tallos adaptados a reservar agua, como cactus y tunas (Alberto 2005). El Chaco Central es un área de transición entre el oriente húmedo y el occidente seco, es una región de Parques, Sabanas Secas, ambientes donde se alternan bosques con áreas no inundables cubiertas de pastizales (Ledesma et al., 2017). Esta región es una de las más modificadas por los seres humanos a través de sus actividades productivas, como lo son la agricultura, ganadería y la explotación forestal. Caracterizada por formas arbóreas y herbáceas, representada por bosques de quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*) y quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), pasturas y cultivos agrícolas (Alberto 2005). Pastizales en suelos arenosos dominados por gramíneas cespitosas megatérmicas como *Elionurus muticus* y *Cenchrus pilcomayensis* (Oyarzabal et al., 2018). El Chaco Húmedo resulta de la influencia combinada de los factores climáticos, topográficos, edáficos y de la dinámica del agua (Ledesma et al., 2017). Se conforman ambientes de ríos, arroyos, lagunas, esteros, cañadas, bañados, charca. Bosques (Bosques Higrófilos y Bosques Climáticos) y selvas (árboles, arbustos, enredaderas, hierbas y epífitas) se hallan en terrenos más altos y poco o nada inundables (Alberto 2005). Pastizal alto de higrófitas con *Sorghastrum setosum*, *Paspalum intermedium* y *Coleataenia prionitis*, en suelos



hidromórficos. Formaciones de herbáceas palustres de *Cyperus giganteus* y *Thalia geniculata*, en depresiones inundadas (Oyarzabal et al., 2018). (Anexo 1, Flora de la Provincia de Chaco).

### **3.2. Información Satelital**

#### **3.2.1. Focos de Calor**

La identificación histórica diaria de los incendios desde el 2001 hasta el año 2018, se examinó con los focos de calor provistos por el sistema FIRMS (*Fire Information for Resource Management System*). El mismo se obtiene a partir del sensor MODIS con los satélites Aqua y Terra. Se utilizó el producto MOD14A1 Colección 6. Cada pixel detectado como foco de calor corresponde a una superficie aproximada de 1 km<sup>2</sup> en que se detectó anomalías de temperatura utilizando las bandas centradas entre los 4 y 11 nm y otras para detectar incendios que en la realidad no son (falsos positivos) o para solucionar problemas de nubosidad. Los datos contienen ubicación geográfica, fecha y hora, temperatura de brillo, con coordenadas geográficas World Geodetic System (WGS 84) (Active Fire Data, NASA). Debido a que se asume que los incendios son de larga duración y que el lapso entre ambos satélites es de pocas horas, solo se utiliza el satélite Terra para que no se produzca la duplicación de los datos. Se contabilizan sólo los focos de calor producidos de día ya que las condiciones ambientales más propicias para su producción o desplazamiento ocurren durante el mismo.

Se contabilizaron el total de focos de calor de las provincias de Santiago del Estero, Santa Fe, Salta, Formosa y Chaco, pero el estudio del trabajo se focaliza en la Provincia Chaqueña.

#### **3.2.2. Cobertura de Suelo**

El producto de tipo de cobertura terrestre MODIS (MCD12Q1) de Terra y Aqua proporciona la cobertura terrestre global a una resolución espacial de 500 metros, desde 2001 a 2019, se utilizarán las coberturas de los años, 2004, 2009 (antes de la Ley Provincial), el año 2015 (transcurrido 5 años) y 2018 (último año), desde que se produjo la adecuación Provincial (Ley 6409/2009) de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos. Se utilizó el producto MCD12Q1

versión 6 el cuál se deriva utilizando clasificaciones supervisadas de datos de reflectancia MODIS Terra y Aqua. Las clasificaciones supervisadas luego se someten a un procesamiento posterior adicional que incorpora el conocimiento previo y la información auxiliar para refinar las clases específicas. Las clases utilizadas fueron Bosque, Pastizales y Agricultura.

<https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod12.php> (cobertura terrestre MODIS).

### **3.3. Información Complementaria**

#### **3.3.1. Mapas políticos Argentina:**

Para el estudio del área de la provincia y sus departamentos, se utilizaron las capas del Instituto Geográfico Nacional, las cuales cuentan con información de tipo vectorial de la base de datos del Instituto Geográfico Nacional. En esta base de datos contiene capas de provincias, departamentos, etc. Todos los datos se encuentran expresados en coordenadas geodésicas, utilizando el Sistema de Referencia WGS 84 y el Marco de Referencia POSGAR 07. <http://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG> (capas de información geoespacial).

#### **3.3.2. Cartografías Temáticas de Ecorregiones:**

Serie de capas de información en formato vectorial creada por el Laboratorio de Análisis Regional y de Teledetección (LART).

#### **3.3.3. Cuadrícula**

Sistema de Cuadrícula de 0.1 grados de espaciado horizontal y de 0.1 grados de espaciado vertical. Se realizó este espaciado debido a que no se poseen grandes cambios en la cobertura.

### **3.4. Análisis de la Información**

Para el procesamiento de los datos se utilizó un Sistema de Información Geográfica libre y de código abierto (QGIS 3.2), que nos permitió relacionar y responder a los objetivos planteados anteriormente. Luego se analizaron mediante programas de hoja de cálculo y del paquete Microsoft Office.

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el centro-norte de la República Argentina se pudo observar una alta concentración de ocurrencia de incendios, donde aproximadamente el 56% de los incendios se produce en esa zona. La distribución de la concentración de los incendios se produjo en las provincias de Santiago del Estero (12%), Santa Fe (10%), Salta (14%), Formosa (11%). La provincia de Chaco representa el 10% de los focos de la República Argentina (Anexo 2). El número total focos de calor para el período 2001 a 2019 fue de 38526 (Anexo 3), con un promedio anual de 2140 (línea negra) (Figura 1). El 55% de los años se encuentran por debajo del promedio anual (Figura 1). Valores semejantes fueron hallados por Pinilla Vargas (2016) donde provincias como Santiago del Estero concentraron aproximadamente el 17% de los focos del país, Salta el 13%, Formosa y Chaco 11%, Santa Fe 10%, Corrientes 8%, Entre Ríos 4%, Tucumán y Misiones (~3%).

El año de mayor ocurrencia de incendios fue el año 2003, que representó un 12% del total de incendios (Figura 1). Según INTA Chaco (2017) en el año 2002 fue el año de mayor precipitación en los últimos 50 años, produciendo un aumento de la biomasa vegetal disponible. Además una de las sequías más importantes se produjo en el año 2003, con un registro de precipitaciones de los más bajos junto con el año 1993. La producción de los fuegos pudo haberse debido a las características químicas, la cantidad de combustible, los cuales determinan la disponibilidad de combustible y la ocurrencia de los incendios (Kunst C, 2011). A partir del año 2010 la ocurrencia de incendios siempre es menor al promedio 2140. Una de las posibles explicaciones a ello podría ser la reciente sanción de la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (N° 26.331/2007) y su adecuación de Ordenamiento Territorial Provincial de Bosques Nativos Provincial (Ley 6409/2009), la cual fue publicada el 12 de abril de 2010 en Boletín Oficial.

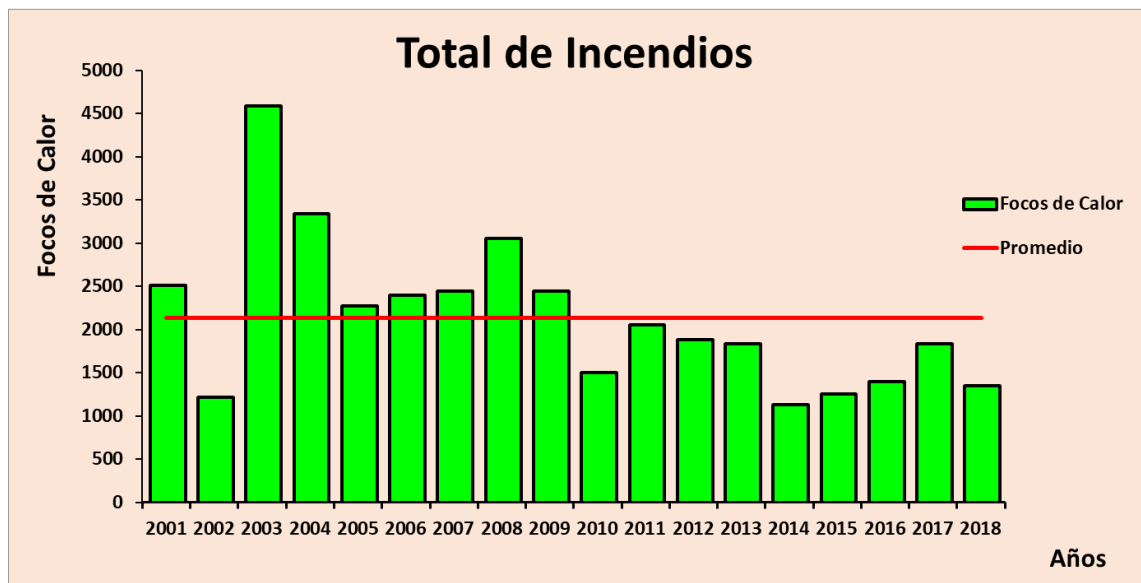


Figura 1: Total de incendios por año en la provincia de Chaco en el periodo de 2001 a 2018.

La mayor ocurrencia de incendios fue a la salida del invierno, en los meses de agosto y septiembre. Estos dos meses representaron, en promedio más del 50% del total de los incendios. En 5 meses se produce la mayor concentración de los incendios. En los meses correspondientes a la salida del verano y otoño la ocurrencia de incendios fue muy baja (Figura 2). Los meses de mayor variabilidad (barras de error) son aquellos en los cuales la producción de focos de calor es mayor, siendo agosto y septiembre los de mayor variabilidad. Similares valores fueron hallados por Kunst (2011), donde los meses de mayor ocurrencia de incendios se produjeron en 4 meses desde julio hasta octubre. También Pinilla Vargas (2016) halló resultados similares al encontrar que la mayor cantidad de focos se alcanzaron durante los meses de fines de invierno y principios de primavera, donde en agosto se registraron los mayores valores de focos detectados.

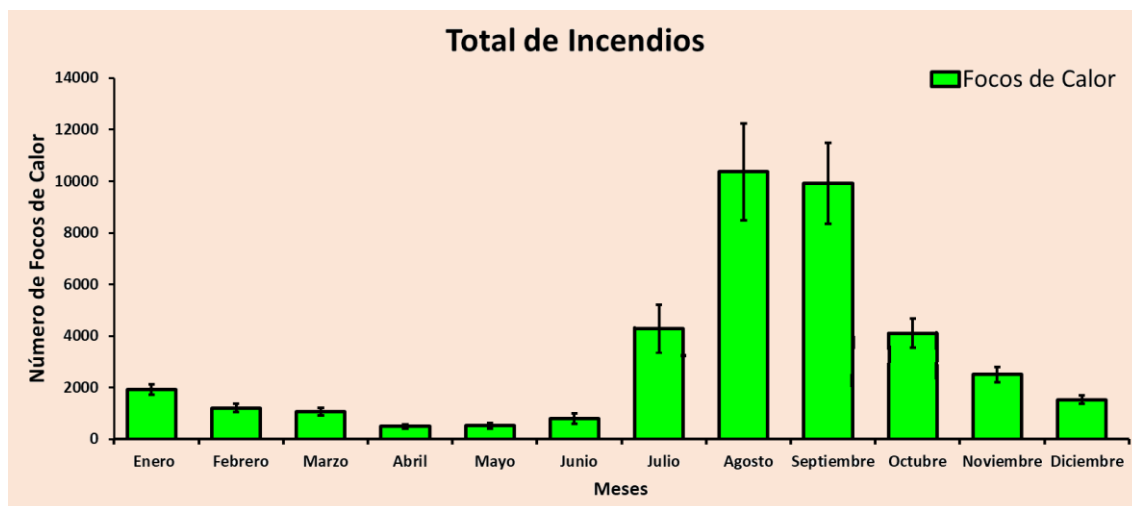


Figura 2: Total de incendios para cada mes en la provincia de Chaco en el periodo de 2001 a 2018. Y su valor promedio para todos los meses.

Cuando se analizó espacialmente el total de focos para las dos ecorregiones más representativas, Chaco Seco y Chaco Húmedo en la provincia de Chaco, se observó que casi el 10% de los focos de calor estuvieron explicados en 18 celdas de 100 km<sup>2</sup>, ubicadas en Chaco Seco, de un total de 987 celdas que conforman la provincia de Chaco. Un tercio de ese 10% fue explicado solo por 3 celdas (celdas con cruces), distribuyéndose en el centro-oeste de la provincia (Figura3). Las ecorregiones Chaco Seco y Húmedo representaron un 24% y 38% del total de los focos de calor que se producen en la República Argentina. A nivel provincia (política) del total de focos de calor ocurrido en el periodo de los últimos 18 años, se producen aproximadamente un 54% en la ecorregión Chaco Seco y 45% en Chaco Húmedo (tabla 1 y figura3). Estos valores antes descriptos a nivel país fueron similares a los observados Pinilla Vargas (2016) en donde Chaco seco y el Chaco húmedo, fueron las dos ecorregiones que registraron mayor densidad de focos de calor, con porcentajes de 39% y 25% respectivamente del total del país.

Tabla 1: Incidencia de Incendios por Ecorregión en la provincia de Chaco.

<b>República Argentina</b>	<b>República (política)</b>	<b>%</b>
<i>Ecorregión Chaco Seco</i>	<b>Argentina</b>	38
<i>Ecorregión Chaco Húmedo</i>	<b>Argentina</b>	24
<b>Provincia de Chaco (política)</b>	<b>Total Focos</b>	<b>%</b>
<i>Ecorregión Chaco Seco</i>	20659	54
<i>Ecorregión Chaco Húmedo</i>	16916	45

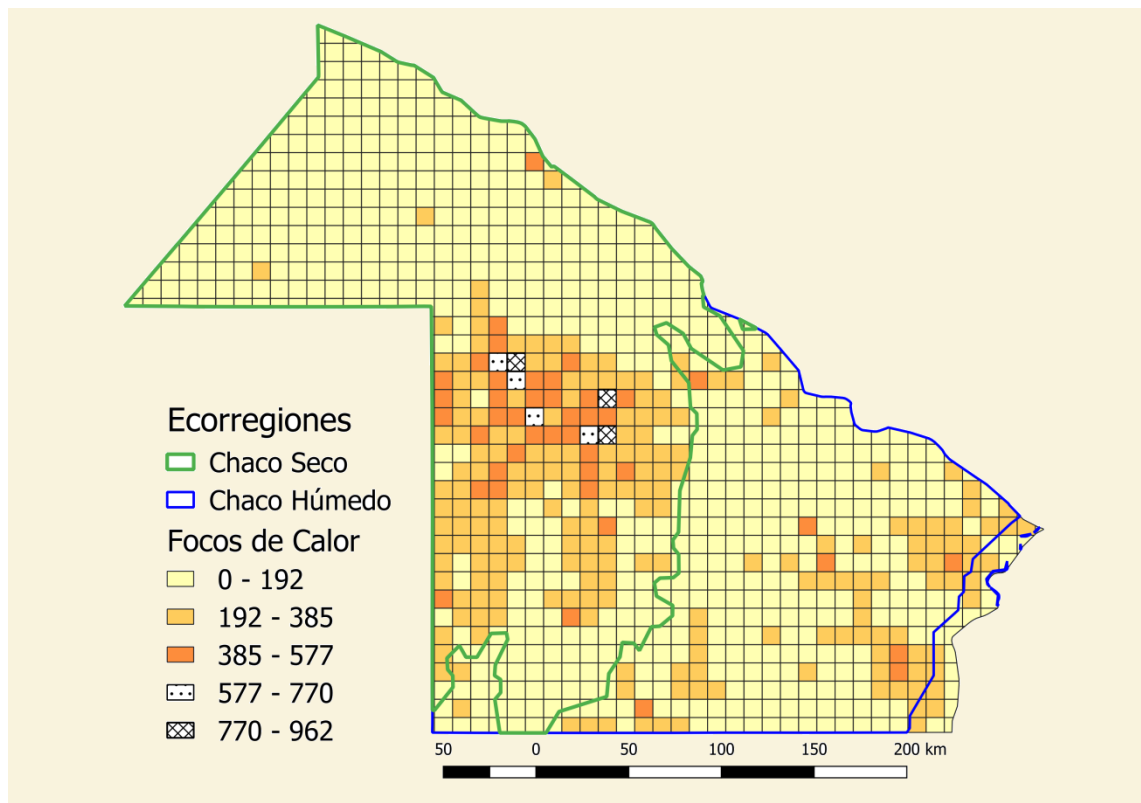


Figura 3: Total de Focos de Calor en formato grilla de 100 km<sup>2</sup>, en las Ecorregiones.

Las actividades antrópicas están influenciadas por la actividad humana. Al analizar las coberturas a nivel provincial, bosques, pastizales y áreas de agricultura son las más representativas de la provincia de Chaco. En el año 2015 las mismas representan un 69%, 7% y 21% (Figura 4). Cuando se determina la ocurrencia de incendios, para los años 2004, 2009 (antes), 2015 y 2018 (después de la adecuación provincial de la Ley de Protección de Bosques), se determina que aproximadamente la incidencia de incendios en la cobertura de bosques es del 83% (2004) y 79% (resto de los años), un 14% en pastizales y entre un 5-8% en agricultura (Tabla 2) (Figura 5). La cobertura de bosque al estar caracterizada por una mayor cantidad de biomasa, influye en la presencia de incendios. Los mayores valores fueron hallados en la cobertura de bosque, al igual que los datos observados a nivel nacional por Pinilla Vargas, 2016, donde las coberturas con mayor densidad de focos fueron bosque seguido de cultivos con una densidad de focos del 44,4%, 20,8% del total del país, respectivamente.

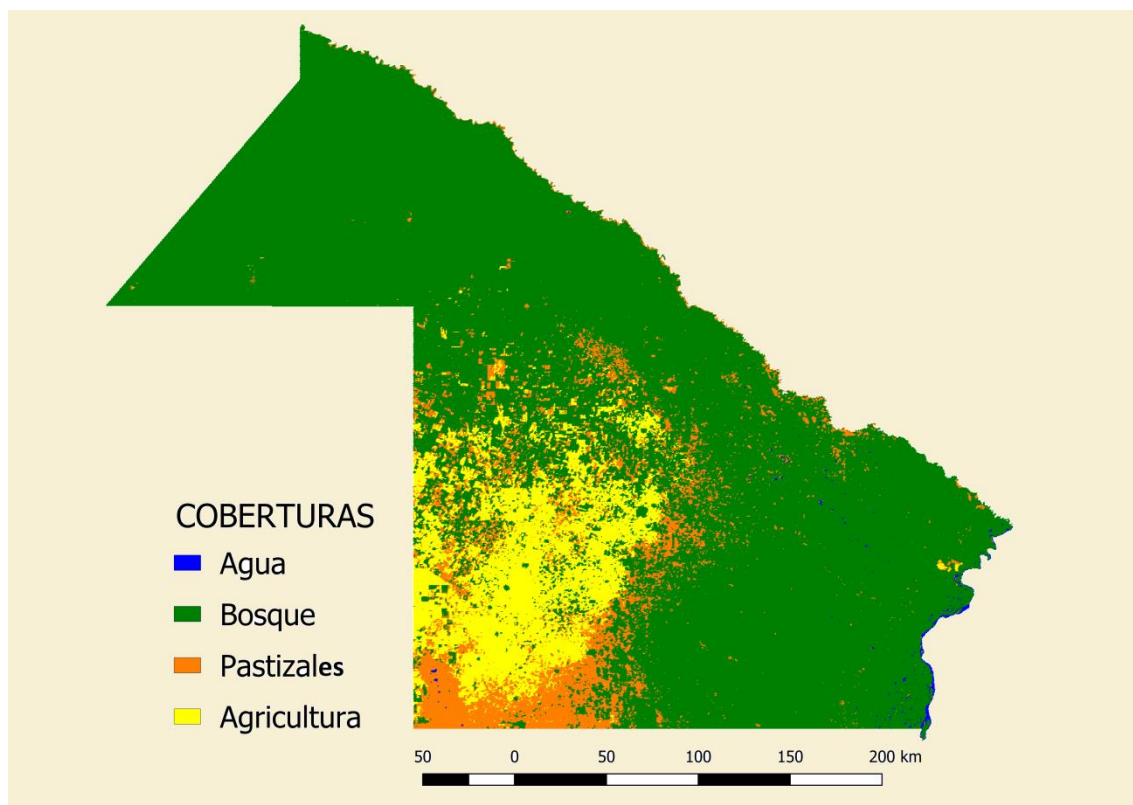


Figura 4: Distribución de las coberturas en la provincia de Chaco en el año 2015, colores verdes bosque, amarillo agricultura y naranja pastizales.

Tabla 2: Porcentaje de Incendios en Coberturas de la provincia de Chaco.

AÑO	COB BOSQUE		COB PASTIZALES		COB AGRICULTURA	
	N° Incendios	%	N° Incendios	%	N° Incendios	%
2004	2800	83,8	331	9,9	208	6,3
2009	1925	78,1	316	12,8	199	8,1
2015	1005	79,8	196	15,6	57	4,6
2018	1217	79,5	225	14,7	88	5,8

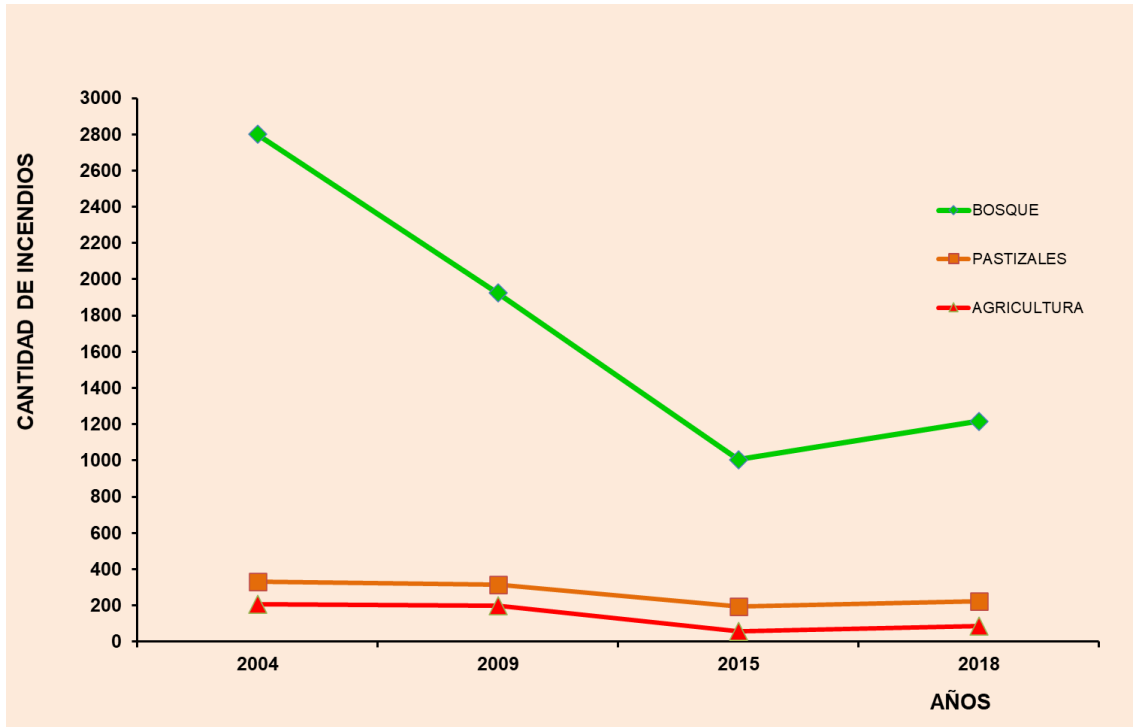


Figura 5: Cantidad de incendios por coberturas en la provincia de Chaco, colores verdes bosque, amarillo agricultura y naranja pastizales



## **5. CONCLUSIONES**

Los sensores remotos y los sistemas de información geográfica resultan en una herramienta útil, precisa y económica para el seguimiento de los incendios a diferentes escalas espaciales y temporales. Es una herramienta importante para la toma de decisiones para determinadas problemáticas.

En Argentina, desde 01/11/2000 al 31/12/2018 en la provincia de Chaco se detectó aproximadamente un 10% de los focos de calor producidos a nivel país.

El mayor acontecimiento de incendios ocurrió a la salida del invierno, en los meses de agosto y septiembre (representan más del 50% de los incendios).

La mayor cantidad de focos de calor se produjo con posterioridad al período con mayores precipitaciones.

En la ecorregión Chaco Seco la cantidad de focos de calor ocurrida es superior que en la ecorregión húmeda.

La cobertura de bosque posee mayor densidad de focos respecto de las demás coberturas, seguida por pastizales y luego agricultura.

## 6. ANEXO 1: FLORA DE LA PROVINCIA DE CHACO

**Tabla 1: Especies de la Flora de la provincia de Chaco**

Nombre Científico	Nombre Vulgar	Forma de Vida	Uso
<i>Acacia aroma</i> Gillies ex Hook. & Arn	Aromo	Leñosa Perenne	Consumo de frutos y hojas en época húmeda y seca.
<i>Acacia gilliesii</i> Steud. A. St.-Hil.	Garabato negro	Leñosa Perenne	Consumo de frutos y hojas en época húmeda y seca.
<i>Acrocomia totai</i> Mart	Cascabel	Leñosa Perenne	Consumo de frutos y hojas en época húmeda y seca.
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook. Ex Hook.) Tronc. var. <i>gratissima</i>	Palo Blanco	Leñosa Perenne	Consumo de hojas en época húmeda y seca en baja proporción
<i>Alternanthera apungens</i> Kunth	Yerba del Pollo	Herbácea Perenne	Consumo de la hoja
<i>Aristida mendocina</i> Phil	Pasto rulo	Gramínea Perenne	Forrajera Natural, consumo bajo a medio
<i>Aspidosperma quebracho blanco</i> Schlttl	Quebracho blanco	Leñosa Perenne	Consumo de la hoja sólo en estado de rebrote. Bajo su sombra se desarrolla muy bien P. máximum y gramíneas nativas
<i>Astronium balansae</i>	Urunday	Leñosa Perenne	Uso Industrial
<i>Bothriochloa laguroides</i> (DC.) Herter	Cola de Zorro	Gramínea Perenne	Forrajera Natural, consumo bajo a medio
<i>Bouteloua aristidoides</i> (Kunth) Griseb.	Bouteloua	Gramínea Anual	Sobrepastoreo incrementa su densidad
<i>Bromelia serra</i>	Cardo gancho	Herbácea Perenne	
<i>Brunfelsia australis</i> Benth	Azucena del monte	Herbácea Perenne	
<i>Bulnesia sarmientoi</i>	Palo Santo	Leñosa Perenne	Consumo de hojas en época húmeda y seca.
<i>Caesalpinia paraguariensis</i> (D. Parodi) Burkart	Guayacan	Leñosa Perenne	Consumo de frutos y las hojas. Muy consumida por caprinos y está disponible casi todo el año.
<i>Cappari cordis tweediana</i> (Eichler) H.H. Iltis & X. Cornejo	Membrillo de monte	Arbusto Perenne	Preferida por caprinos y equinos. Consumen las hojas en invierno y primavera.
<i>Capparis atamisquea</i> Kuntze	Atamisqui	Leñosa Perenne	Los bovinos consumen las hojas, durante todo el año en altas proporciones de la dieta, en especial a la salida del invierno. Las hojas que caen al suelo pueden ser consumidas

			por los caprinos.
<i>Castela coccinea</i> Griseb.	Meloncillo	Leñosa Perenne	Se consumen las hojas y fruto. Es de alta preferencia por caprinos y ovinos.
<i>Cathormion polyanthum</i> ( <i>C. Spr.</i> ) Burk	Timbó blanco	Leñosa Perenne	Consumo de frutos y hojas en época húmeda y seca.
<i>Cecropia adenopus</i> Mart.	Ambay	Leñosa Perenne	Se utiliza la madera para pulpa y papel, o como sustituto de la madera de balsa
<i>Celtis chichape</i> (Wedd.) Miq	Tala árbol	Leñosa Perenne	Consumo de hojas, ramas y frutos en primavera-verano. Es preferida por los caprinos y porcinos.
<i>Celtis ehrenbergiana</i> ( <i>Klotzsch</i> ) Liebm	Tala	Leñosa Perenne	Calidad forrajera alta a muy alta. Tienen altos valores de proteína (19%) en hoja y relativamente bajos de lignina (6%) por lo que aumenta la digestibilidad.
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	BuffelGrass	Pastura Perenne	Buena capacidad de resiembra natural. Los descansos oportunos y la carga animal adecuada, son prácticas muy eficientes para optimizar la producción de forraje.
<i>Cercidium praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.)	Brea	Leñosa Perenne	Los caprinos principalmente consumen las hojas (invierno-primavera) y flores y fruto tierno en primavera-verano.
<i>Cereus forbesii</i> Otto ex C.F. Först	Ucle	Leñosa Perenne	Cactacea. Hojas ausentes. Espinas. Ramas carnosas, verde azuladas.
<i>Chloris ciliata</i> Sw.	Pata de Perdíz	Gramínea Perenne	Se consume todo el año, tanto época húmeda como seca
<i>Chloris ayana</i> Kunth	Grama rhodes	Pastura Perenne	En invierno las hojas superiores se secan, permaneciendo buena parte del follaje verde por lo cual es muy recomendable su uso como diferido en pie.
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Aguay	Leñosa Perenne	
<i>Condalia microphylla</i> Cav.	Piquillin	Leñosa Perenne	Consumo de hojas y frutos, estos últimos durante la época de verano. Susceptible al manejo por fuego.
<i>Copernicia alba</i>	Palmar	Leñosa Perenne	Se usa en la industria maderera e industrial

<i>Crotón urucurana</i> Bail	Sangre de drago	Leñosa Perenne	Uso Medicinal
<i>Digitaria californica</i> (Benth.) Henrard	Pasto Plateado	Gramínea Perenne	Se consume todo el año, tanto época húmeda como seca
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	Pasto de Invierno	Gramínea Perenne	Consumo de la planta entera principalmente en otoño, cuando alcanza la mayor biomasa
<i>Elionurus muticus</i> (Spreng.) Kuntze	Aibe	Gramínea Perenne	Consumo de la planta entera en períodos críticos y los brotes después de un corte o quema
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timbo colorado	Leñosa Perenne	Valor ornamental y por la sombra
<i>Erythrina crista-gallis</i> L.	Ceibo	Leñosa Perenne	Se usa como medicinal y ornamental
<i>Eugenia pungens</i> Berg	Guabiyú	Leñosa Perenne	Consumo de frutos y hojas en época húmeda y seca.
<i>Eugenia uniflora</i>	Ñangapirí	Leñosa Perenne	Se utiliza como ornamental. Consumo de frutos y hojas en época húmeda y seca.
<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Chañar	Leñosa Perenne	Los bovinos, caprinos, porcinos y equinos consumen la hoja el fruto en primavera. Mientras que las hojas verdes son consumidas por caprinos y ovinos durante primavera-verano.
<i>Gleditsia amorphoides</i>	Espina Corona	Leñosa Perenne	Varios usos industriales
<i>Gouinia latifolia</i> (Griseb.) Vasey y <i>Gouinia paraguayensis</i> (Kuntze)	Sorguillo	Gramínea Perenne	Brotación temprana, se consume en plena brotación. De muy alta preferencia animal
<i>Harrisia pomanensis</i> (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Britton & Rose	Ulúa	Leñosa Perenne	Cactacea. Plantas arbustivas. Flores grandes, nocturnas, blancas. Frutos rojos. Semillas negras. Plantas con espinas.
<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	Cola de Gamma	Herbácea Perenne	Consumo de la hoja
<i>Heteropogon contortus</i> (L.) P. Beauv.	Heteropogon	Gramínea Perenne	Alta tolerancia al fuego. Frecuencia cada tres años. Pastorear antes de abril.
<i>Jodina rhombifolia</i> (Hook. & Arn.) Reissek	Quebracho flojo	Leñosa Perenne	Se consume la hoja sólo cuando rebrota debido a que tiene espinas en los bordes de la hoja. Su calidad forrajera es baja.
<i>Justicia squarrosa</i> Griseb.	Sacha-alfa	Herbácea Perenne	Importante componente de la dieta del ganado, especialmente en época de sequía.

<i>Larrea divaricata</i>	Jarilla	Leñosa Perenne	Consumo de la hoja. En ambientes áridos domina sobre otras leñosas y es muy preferida por los caprinos.
<i>Maytenus vitis-idaea</i> Griseb	Colquiyuyo	Leñosa Perenne	Consumo de la hoja, principalmente en época seca.
<i>Neobouteloua lophostachya</i> (Griseb.)	Pasto crespo	Gramínea Perenne	Aumenta con el sobreuso, tienen una dinámica similar a invasoras
<i>Opuntia anacanta</i> Speg	Quishcaloro	Leñosa Perenne	Cactacea
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill	Tuna	Leñosa Perenne	Cactacea. Calidad forrajera: alta. Se la cultiva como forrajera de zonas áridas o por sus frutos comestibles.
<i>Opuntia quimilo</i> K. Schum	Quimil	Leñosa Perenne	Cactacea. Cactus arborescente, ramas muy largas, erectas. Hojas ausentes. Espinas de 1-7 cm de longitud.
<i>Panicum máximum</i> Jacq.	Gattonpanic	Pastura Perenne	En el caso de planificar el uso invernal de reservas en pie (diferido) es aconsejable primero pastorear y diferir el crecimiento posterior desde mediados de febrero en adelante. Menor cantidad de materia seca acumulada, mayor calidad.
<i>Panicum prionitis</i> ).	Paja de techar	Pastura	
<i>Paspalum spp</i>		Gramínea	Se utiliza para actividades ganaderas
<i>Peltophorum dubium</i>	ivirá-pitá	Leñosa Perenne	Consumo de hojas y frutos
<i>Phyllostylon rhamnoides</i> Tabú	Palo lanza	Leñosa Perenne	Ornamental y consumo de Hojas
<i>Pistia stratiotes</i>	Repollito de agua	Planta Acuática	-
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Herbácea Anual	Se consume la planta entera.
<i>Prosopis alba</i> Griseb	Algarrobo blanco	Leñosa Perenne	Consumo de hoja y fruto; en altas proporciones de la dieta durante todo el año. Lo consuman bovinos, caprinos, equinos y porcinos.
<i>Prosopis nigra</i> (Griseb.) Hieron	Algarrobo negro	Leñosa Perenne	Consumo de hoja y fruto. Calidad forrajera media a alta.
<i>Prosopis ruscifolia</i> Griseb	Vinal	Leñosa Perenne	En uso en sistemas silvopastoriles es muy

			aconsejable ya que puede aprovecharse su sombra y su forraje en hojas y frutos (apetecible por el ganado vacuno y caprino).
<i>Randias pinosa</i>	Jazmín del monte	Leñosa Perenne	Consumo de frutos y hojas en época húmeda y seca.
<i>Sagittaria montevidensis</i>	Saeta	Planta Acuática	-
<i>Salix humboldtiana Wild</i>	Sauce Criollo	Leñosa Perenne	La madera blanda y liviana, se utiliza para fabricar envases no retornables, como cajones frutales.
<i>Sapium haemospermum Mul. Arg</i>	Curupí	Leñosa Perenne	Se lo usa en el campo para hacer el pega-pega: pegamento casero y otros usos industriales.
<i>Schinopsis balansae</i>	Quebracho Chaqueño	Leñosa Perenne	Uso medicinal, industrial, forrajero donde las hojas constituyen un buen recurso forrajero, siendo de gran provecho para el ganado
<i>Schinopsis lorenzii</i>	Quebracho colorado	Leñosa Perenne	Las hojas son consumidas por caprinos y bovinos principalmente, en otoño-invierno.
<i>Schinus bumelioides I.M. Johnst</i>	Molle	Leñosa Perenne	Consumo de la hoja madura durante otoño invierno.
<i>Schizachyriu mtenerum Ness</i>	Pasto Colorado	Gramínea Perenne	Preferencia animal baja a media
<i>Schkuhria pinnata (Lam.) Kuntze ex Thell</i>	Yuyo de la Perdiz	Herbácea Anual	Se consume la planta entera.
<i>Sennaaphylla (Cav.) H.S. Irwin&amp;Barneby</i>	Pichada	Leñosa Perenne	Se consumen las ramas
<i>Setaria lachnea (Nees) Kunth</i>	Cola de Zorro Grande	Gramínea Perenne	Consumo de la planta entera, preferencia animal media a alta. Tolerancia al fuego media a baja.
<i>Sporobolus pyramidatus (Lam.) Hitchc.</i>	Pasto Salitre	Herbácea Perenne	Consumo de la planta entera, mediana preferencia animal. Presencia aumenta con el sobreuso, tienen una dinámica similar a invasoras.
<i>Stetsonia coryne (Salm-Dyck) Britton&amp; Rose</i>	Cardón	Leñosa Perenne	-
<i>Tabebuia spp</i>	Lapacho	Leñosa Perenne	Uso industrial y consumo de hojas
<i>Tessaria integrifolia Ruiz et Pavón</i>	palo bobo	Leñosa Perenne	Tiene uso medicinal

<i>Tiphas pp</i>	Totorales	Planta Acuática	-
<i>Trichloris crinita (Lag.) Parodi</i>	Pasto Crespo/P Hoja	Gramínea Perenne	Consumo de la planta entera durante todo el año, hoja verde durante primavera-verano. Presencia aumenta con el uso. Tolerancia al fuego media a baja.
<i>Trichloris crinita CHAMICAL INTA</i>	Pasto Crespo	Pastura Perenne	Al ser una especie nativa, se adaptada muy bien a las condiciones ambientales
<i>Trichloris pluriflora (Fournier)</i>	Pasto Crespo Grande	Gramínea Perenne	Consumo de planta entera, resultando muy palatable. Alta preferencia animal. Alta tolerancia al fuego.
<i>Trithrinax campestris</i>	Palma carandilla	Leñosa Perenne	Uso industrial
<i>Vallesia glabra (Cav.) Link</i>	Ancoche	Leñosa Perenne	Se consume el fruto
<i>Verbesina encelioides (Cav.) Benth. &amp; Hook. f. ex A. Gray</i>	Quellusisa	Herbácea Anual	Se consume la hoja
<i>Ximenia americana L.</i>	Albaricoque	Leñosa Perenne	Consumo de hoja y fruto, siendo el fruto consumido durante el verano y la hoja tierna durante primavera verano. Los frutos son preferidos por caprinos, porcinos y bovinos.
<i>Ziziphus mistol Griseb.</i>	Mistol	Leñosa Perenne	Consumo de hoja y fruto, hoja verde y seca durante todo el año y fruto durante verano y otoño. Los caprinos consumen las hojas verdes y la hojarasca durante todo el año y el fruto en verano y parte del otoño.

## 7. ANEXO 2: TOTAL INCENDIOS POR PROVINCIA.

Tabla 2: Total de Incendios por Provincia en el periodo 2001-2018.

<b>Provincia</b>	<b>Total Incendios</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Buenos Aires	27923	5,71
Catamarca	4645	0,98
Chaco	38526	9,51
Chubut	1538	0,32
Córdoba	14332	3,03
Corrientes	34480	8,52
Entre Ríos	17154	3,53
Formosa	48552	10,46
Jujuy	6115	1,26
La Pampa	29988	6,53
La Rioja	3501	0,74
Mendoza	12103	2,01
Misiones	7483	1,56
Neuquen	2946	0,62
Río Negro	9461	1,99
Salta	66635	13,57
San Juan	3279	0,69
San Luis	17337	3,45
Santa Cruz	724	0,15
Santa Fe	42194	10,15
Santiago del Estero	59061	12,69
Tierra del Fuego	125	0,03
Tucuman	12147	2,55
<b>TOTAL</b>	<b>470249</b>	<b>100</b>



## 8. ANEXO 3: FOCOS DE CALOR DE LA PROVINCIA DE CHACO

**Tabla 3: Cantidad de Incendios por año y mes de la provincia de Chaco en el periodo 2001-2018.**

<b>Año/Mes</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Total</b>
<b>2001</b>	38	13	65	5	6	1	533	1194	337	213	76	29	<b>2510</b>
<b>2002</b>	338	33	24		13	10	23	324	208	95	95	51	<b>1214</b>
<b>2003</b>	38	175	41	67	52	119	567	1448	1408	439	194	43	<b>4591</b>
<b>2004</b>	255	136	138	50	59	172	444	526	995	404	100	60	<b>3339</b>
<b>2005</b>	94	88	187	1	11	6	176	536	632	291	163	87	<b>2272</b>
<b>2006</b>	187	216	54	12	43	13	95	505	898	153	124	99	<b>2399</b>
<b>2007</b>	73	55	21	5	22	45	498	396	815	277	168	69	<b>2444</b>
<b>2008</b>	71	48	83	61	124	151	640	839	569	259	131	82	<b>3058</b>
<b>2009</b>	53	12	85	85	37	75	187	838	315	403	306	46	<b>2442</b>
<b>2010</b>	55	31	18	11	4	2	90	307	340	235	294	113	<b>1500</b>
<b>2011</b>	50	14	12	21	12	11	133	553	864	150	135	105	<b>2060</b>
<b>2012</b>	160	89	171	23	61	64	222	373	288	212	156	61	<b>1880</b>
<b>2013</b>	40	49	44	52	42	31	141	387	567	330	70	85	<b>1838</b>
<b>2014</b>	50	115	25	1		9	18	331	190	263	69	57	<b>1128</b>
<b>2015</b>	50	36	47	16	7	17	102	237	530	130	27	59	<b>1258</b>
<b>2016</b>	117	28	11	9	10	38	56	563	380	59	65	66	<b>1402</b>
<b>2017</b>	101	43	15	3		18	297	522	218	134	240	250	<b>1841</b>
<b>2018</b>	94	32	23	79	20	19	29	477	369	59	64	85	<b>1350</b>
<b>Total</b>	<b>1864</b>	<b>1213</b>	<b>1064</b>	<b>501</b>	<b>523</b>	<b>801</b>	<b>4251</b>	<b>10356</b>	<b>9923</b>	<b>4106</b>	<b>2477</b>	<b>1447</b>	<b>38526</b>

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Alberto, J. A. 2005. El Chaco Oriental y sus fisonomías vegetales. <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo5/archivos/chacorien.pdf>
- Chuvieco, E. 2002. Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio. Barcelona, Ariel Ciencia. 586 p.
- Di Bella, C.M., Jobbágy, E.G., Paruelo, J.M., Pinnock, S. (2006) Continental fire density patterns in South America. *Global Ecology and Biogeography*, 15, pp. 192-199.
- Di Bella, C.M., Posse, G., Beget, M.E., Fischer, M.A., Mari, N., Veron, S. (2008) La teledetección como herramienta para la prevención, seguimiento y evaluación de incendios e inundaciones. *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, 17 (3): 39-52.
- Di Bella, C.M.; Fischer, M.A.; Jobbágy, E. (2011) Fire patterns in northeastern Argentina: Influences of climate and land use/cover. *International Journal of Remote Sensing*
- Fischer, M.A., Di Bella C.M., Jobbágy, E.G. 2007. Factores que controlan la distribución espacio-temporal de los incendios en la Región Semiárida Argentina. En: XII Congreso de la Asociación Española de teledetección, Bs. As, Argentina
- Grau, H.R., M.T. Aide, and I.N. Gasparri. 2005a. Globalization and soybean expansion into semiarid ecosystems of Argentina. *Ambio* 34(3): 265–6.
- Gasparri, N.I., and H.R. Grau. 2009. Deforestation and fragmentation of Chaco dry forest in NW Argentina (1972–2007). *For. Ecol. Manage.* 258(6): 913–921.

- Gasparri, N.I., H.R. Grau, and J. Gutiérrez Angonese. 2013. Linkages between soybean and neotropical deforestation: Coupling and transient decoupling dynamics in a multi-decadal analysis. *Glob. Environ. Chang.* 23(6): 1605–1614.
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S., Goetz, S., Loveland, T., et al. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342(6160):850–853
- INTA, Instituto de clima y agua. Estadísticas agroclimáticas. Serie 1968-2016. Estaciones meteorológicas SMN y EEAS de INTA.
- Kunst, C. 2011. Ecología y uso del fuego en la región chaqueña argentina: Una revisión. *Bol. Inf. CIDEU* 10: 81–105.
- Ledesma R., Saracco F., Coria R.D., Epstein F., Gomez A., Kunst C., Ávila M., Pensiero J.F. (2017). Guía de forrajeras herbáceas y leñosas del chaco seco: identificación y características para su manejo. Buenas prácticas para una ganadería sustentable. Kit de extensión para el Gran Chaco. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires.
- Oyarzabal Mariano, José Clavijo, Luis Oakley, Fernando Biganzoli, Pedro Tognetti, Ignacio Barberis, Hernán M. Maturo, Roxana Aragón, Paula I. Campanello, Darién Prado, Martín Oesterheld, Rolando J.C. León. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina.
- Pinilla Vargas, D (2016). Influencia del clima, la vegetación y el hombre sobre la frecuencia, intensidad y distribución de los incendios en Argentina. pp 39-43.
- Vallejos, M., Volante, J. N., Mosciaro, M. J., Vale, L. M., Bustamante, M. L., and Paruelo, J. M. (2015). Transformation dynamics of the natural cover in the

dry chaco ecoregion: a plot level geo-database from 1976 to 2012. *Journal of Arid Environments*, 123:3–11.

- Volante, J., Alcaraz-Segura, D., Mosciaro, M., Viglizzo, E., and Paruelo, J. (2012). Ecosystem functional changes associated with land clearing in nw argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 154:12–22.
- Volante, J. N. 2014. *Dinámica y consecuencias del cambio en la cobertura y el uso del suelo en el Chaco Semi-Árido*. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Red Agroforestal Chaco Argentina. 2018. *Monitoreo de Deforestación en los Bosques Nativos de la Región Chaqueña Argentina*. Bosque Nativo en la provincia del Chaco. Análisis de deforestación y situación del Bosque chaqueño en la provincia.