



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**

“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

## **Trabajo de Graduación**

**CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN Y  
DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES QUE SON ATRACTIVAS  
PARA LAS AVES EN LAS ÁREAS VERDES DEL AEROPUERTO  
INTERNACIONAL DE MANAGUA AUGUSTO C. SANDINO**

**Autores:**

**Br. Luis Antonio Chavarria Ocón.**  
**Br. Webster Isaac Lanuza Moran.**

**Asesores:**

**Lic. José Benito Quezada.**  
**Ing. Carlos Ruiz. Msc.**  
**Lic. Miguel Garmendia Z.**

**Managua, Nicaragua**  
**Julio, 2010**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**

**Trabajo de Graduación  
Para Optar al Título de  
Ingeniero Forestal**

**CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN Y  
DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES QUE SON ATRACTIVAS  
PARA LAS AVES EN LAS ÁREAS VERDES DEL AEROPUERTO  
INTERNACIONAL DE MANAGUA AUGUSTO C. SANDINO**

**Autores:**

**Br. Luis Antonio Chavarria Ocón**

**Asesores:**

**Lic. José Benito Quezada**

**Ing. Carlos Ruiz. Msc**

**Lic. Miguel Garmendia Z.**

**Managua, Nicaragua**

**Julio, 2010**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**

**Trabajo de Graduación  
Para Optar al Título de  
Ingeniero en  
Recursos Naturales Renovables**

**CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN Y  
DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES QUE SON ATRACTIVAS  
PARA LAS AVES EN LAS ÁREAS VERDES DEL AEROPUERTO  
INTERNACIONAL DE MANAGUA AUGUSTO C. SANDINO**

**Autores:**

**Br. Wesbter Isaac Lanuza Moran**

**Asesores:**

**Lic. José Benito Quezada**

**Ing. Carlos Ruiz. Msc**

**Lic. Miguel Garmendia Z.**

**Managua, Nicaragua  
Julio, 2010**

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente



Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, como requisito parcial para optar al título profesional de:

Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

### Ingeniero Forestal

---

**Ing. MSc. Francisco Reyes**  
Presidente

---

**Ing. Emelina Tapia**  
Secretario

---

**Lic. MSc. Luvy Vollalobos**  
Vocal

Managua, 16 de Marzo del año 2011

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente



Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, como requisito parcial para optar al título profesional de:

### Ingeniero Recursos Naturales Renovables

---

**Ing. MSc. Francisco Reyes**  
Presidente

---

**Ing. Emelina Tapia**  
Secretario

---

**Lic. MSc. Luvy Vollalobos**  
Vocal

Managua, 16 de Marzo del año 2011

## INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PAGINA
<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTO</b>	iii
<b>INDICE DE CUADROS</b>	iv
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	v
<b>INDICE DE ANEXOS</b>	vii
<b>RESUMEN</b>	viii
<b>ABSTRACT</b>	ix
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	2
<b>II OBJETIVOS</b>	3
<b>III MATERIALES Y METODOS</b>	4
3.1 Descripción general del área de estudio	4
3.1.1 Ubicación	4
3.1.2 Datos climáticos	5
3.1.3 Datos geológicos.	5
3.2 Proceso metodológico	5
3.2.1 Caracterización de la composición florística	6
3.2.2 Reconocimiento del área de estudio	6
3.2.3 Procedimiento de toma de datos	6
<i>Unidad de muestreo</i>	6
<i>Diseño de muestreo</i>	7
<i>Toma de datos y variables medidas</i>	8
<i>Número de individuos de plantas</i>	8
<i>Número de especies</i>	8
<i>Altura de los individuos</i>	9
<i>Codificación</i>	9
3.3 Análisis de datos	9
3.3.1 Riqueza de especie y diversidad biológica	9
3.3.2 Cálculo de Abundancia	10
3.3.3 Calculo de riqueza de especies	10

3.3.4 Cálculo de la diversidad biológica	10
3.3.5 Cálculo de la densidad	11
3.3.6 Cálculo estimador no paramétrico Chao2	12
3.3.7 Análisis estadístico	12
3.4 Equipos y materiales utilizados	12
3.4.1 Equipo de medición	12
3.5 Selección y evaluación del establecimiento del ensayo	12
3.5.1 Selección	12
3.5.2 Establecimiento y evaluación del ensayo	12
3.5.1 Selección de especies	12
3.5.2 Establecimiento y evaluación del ensayo	13
<i>Unidades y diseño de muestro</i>	14
3.6 Variables a medir y toma de datos del ensayo	16
3.6.1 Altura	16
3.6.2 Largo y ancho de la hoja	16
3.6.4 Número de nudos	16
3.7 Análisis de datos del ensayo	17
3.7.1 Cálculos y procedimientos estadísticos	17
3.7.2 Equipos utilizados	17
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	18
4.1 Caracterización de la composición florística	18
4.1.2 Caracterización de la riqueza y la abundancia	18
4.2 Densidad de la vegetación	19
4.3 Riqueza de especies	25
4.4 Función de acumulación de especies	26
4.5 Diversidad biológica estructural de las especies de árboles, arbustos y hierbas	27
4.6 Estructura de la vegetación	28
4.7 Fenología de la flora de las áreas verdes del aeropuerto	30
4.8 Adaptación y establecimiento de <i>Cynodon dactylon</i> y <i>Bothriochloa pertusa</i>	34

4.8.1 Crecimiento de altura	35
4.8.2 Largo de la hoja	35
4.8.3 Ancho de la hoja	36
4.8.4 Número de nudos	37
<b>V CONCLUSIONES</b>	39
<b>VI RECOMENDACIONES</b>	40
<b>VII BIBLIOGRAFÍA</b>	41
<b>ANEXOS</b>	43

## DEDICATORIA

Es verdad que ninguna disciplina al presente parece ser causa de gozón, sino de tristeza; pero después da fruto apacible de justicia a los que en ella han sido ejercitados *Hebreos 12:11*.

Primeramente dedicada al Dios de misericordia el cual quiso que llegara a culminar la disciplina de estudio, señor que nos da la sabiduría de este mundo, gracias a ti padre de la eternidad.

Le dedico este trabajo a mi padre Luis Chavarria Jiménez, por todo el sacrificio de su amor y sus palabras para continuar los estudios y que ahora esté orgulloso de esos consejos.

A mis hermanas Karla Chavarria y Jennifer Chavarria que me han aconsejado para continuar por el camino correcto.

A mis compañeros de clase que continuaron con el desafío de culminar los estudios que todos nos apoyamos cada día.

A mi compañero Webster Lanuza por tener tolerancia con el trabajo asignado durante el estudio realizado.

**Br. Luis Antonio Chavarria Ocón.**

## DEDICATORIA

Primeramente a DIOS por la vida, por su amor infinito, por la salud, por la paciencia y fortaleza, por el conocimiento e inteligencia que me dio, por todos aquellos obstáculos que se han presentado durante mi vida en el transcurso de mis estudios los cuales he de haber superado gracias a su ayuda.

En segundo lugar en memoria de mis Abuelitos Juan Lorenzo Moran Lanuza, Ana Rosa Lanuza Lanuza, y tíos Luis Enrique Moran y Aristeo Moran, por haberme aconsejado en los primeros pasos de mi vida y por brindarme su amor y cariño. Que Dios los tenga en su gloria y que descansen en paz.

Con todo el amor a mis padres: Augusto César Lanuza Lanuza y Silvia Isabel Moran Castillo, Por el apoyo incondicional, por sus consejos, alentándome a seguir adelante, por confiar en mi, por estar conmigo en los momentos mas difíciles, por ayudarme a salir adelante y ser alguien en la vida logrando un sueño, mi carrera universitaria.

A mi Abuelita Reina Isabel Castillo y a mis Hermanas. En especial a mis compañeros de clases. Quienes me tuvieron paciencia, tolerancia y confianza durante los momentos de mi ausencia en el transcurso de mis estudios.

Por último a mi gran amigo Luis Antonio Chavarría Ocón, mi compañero de tesis enfrentando con él todos los obstáculos y dificultades que de una u otra manera superamos en el transcurso de nuestro trabajo de investigación.

**Br. Webster Isaac Lanuza Morán.**

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros padres por el apoyo moral y económico que nunca fueron negados para que hoy seamos profesionales.

A la Universidad Nacional Agraria, por ser la impulsora de nuestra formación profesional.

Al Lic. Benito Quezada por los aportes dendrológicos de nuestro trabajo y asesor de nuestra investigación.

Al Ing. Carlos Ruiz por sus valiosos aportes de identificación de los pastos, ensayo y nuestro asesor del trabajo realizado.

De manera especial al Lic. Miguel Garmendia Z. por sus aportes en nuestra tesis y apoyo moral para culminar el estudio.

A la Lic. Idalia Casco Directora del Departamento de Servicios Estudiantiles (DSE) de la UNA por habernos apoyado incondicionalmente.

Lic. Elmer Guillen, Gerente de operaciones del Aeropuerto de Managua, por todos los equipos proporcionados para el estudio y al área de pista de rodaje el cual nos dio su apoyo y andar cerca del estudio de investigación.

## INDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PAGINA.</b>
1.	Resumen de la caracterización general de la abundancia y riqueza de las especies vegetales	19
2.	Índice de diversidad biológica de Shannon-Wiener (H) para las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en los tres sitios, también presentan su riqueza (S) y abundancia (N)	27
3.	Códigos para las especies incluidas en la figura 18 y 19	33

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. Mapa del aeropuerto Internacional Augusto Cesar Sandino, ubicado en el distrito VI de Managua 2008.	4
2. Ilustración de las parcelas anidadas utilizadas en el muestreo de la vegetación en el Aeropuerto Augusto C. Sandino Managua.	7
3. Ubicación de las parcelas para la anotación de la composición florística en el área verde del Aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	8
4. Ubicación de parcelas del ensayo para establecer dos especies de gramíneas para el estudio de crecimiento y desarrollo en áreas verdes del Aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	15
5. Diseño de parcela en surco para el establecimiento de dos especies <i>Cynodon dactylon</i> (Pasto Bermuda) y el <i>Botriochloa pertusa</i> (Pasto Rodes) en las áreas verdes del Aeropuerto Augusto C. sandino 2008.	15
6. Medición de altura de las especies evaluadas durante el ensayo en los meses octubre a noviembre del 2008 dentro de las áreas verdes del aeropuerto de Managua Augusto C. Sandino.	16
7. Densidad de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en los tres sitios, AVP: Área Verde Alrededor de la Pista de Aterrizaje; BSO: Bosque seco al Oeste del Aeropuerto; FA: Fuerza Aérea aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	20
8. Densidades de especies arbóreas en los tres sitios dentro del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	21
9. Densidades de especies arbustivas en las áreas verdes de la pista y la fuerza aérea del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	22
10. Densidades de especies herbáceas en el área verde de la pista del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	23
11. Densidades de especies herbáceas en el bosque seco al oeste del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	25
12. Riqueza de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas para los tres sitios de muestreo aeropuerto Augusto C: Sandino 2008.	26
13. Curva de acumulación para las especies herbáceas relacionada con la curva de especies esperadas según el estimador Chao2 en las áreas verdes del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	27

14. Promedio de altura de las especies arbóreas y arbustivas determinadas en las tres áreas de estudio dentro de las áreas verdes del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	29
15. Promedio de altura de las especies herbáceas determinadas en las tres áreas de estudio dentro de las áreas verdes del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	30
16. Porcentaje de especies floreciendo y fructificando a lo largo de los meses del año dentro del área verde del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	31
17. Floración (Fl) y fructificación (Fr) de las especies arbóreas a lo largo del año en las áreas verdes del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	32
18. Floración (Fl) y fructificación (Fr) de las especies herbáceas y arbustivas a lo largo del año dentro de las áreas verdes del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	33
19. Alturas medias de dos especies <i>Cynodon dactylon</i> y <i>Bothriochloa pertusa</i> en el área verde dentro del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	35
20. Largo de la hoja para la especie <i>Cynodon dactylon</i> y <i>Bothriochloa pertusa</i> para las nueve parcelas en el área verde dentro del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	36
21. Ancho de las hojas para la especie <i>Cynodon dactylon</i> y <i>Bothriochloa pertusa</i> para las nueve parcelas en el área verde del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	37
22. Número de nudos para las especie <i>Cynodon dactylon</i> y <i>Bothriochloa pertusa</i> para las nueve parcelas en el área verde dentro del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.	38

## **INDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO</b>	<b>PAGINA</b>
1. Formulario D Estudio de la vegetación	44
2. Formulario ensayo de la vegetación	45
3. Especies encontradas atractivas para las aves	46
4. Taxonomía de las especies presentes dentro de las áreas verdes del Aeropuerto Augusto C. Sandino	48
5. Vegetación del área verde de la pista dentro del aeropuerto Augusto C. Sandino	49

## RESUMEN

En el presente estudio se evaluó la diversidad, estructura y fenología de la flora en áreas verdes del aeropuerto con el fin de determinar las especies que son atractivas para la fauna silvestre de peligro para la aviación, sea por que les provee de alimento o de refugio y hábitat. Para ello, se establecieron parcelas anidadas de 2 x 2 m, 5 x 5 m y 10 x 10 m y tomaron los datos de los estratos herbáceos, arbustivos y arbóreos respectivamente. Las parcelas se establecieron aleatoriamente en tres sitios dentro del aeropuerto: en el Bosque Seco al Oeste del aeropuerto (BSO), en la Fuerza Aérea (FA) y en el Área Verde Alrededor de la pista de aterrizaje (AVP). Dentro de las parcelas se contabilizaron un total de 115 árboles, los cuales se agruparon en 11 especies, 10 géneros, 8 familias y 4 órdenes. El sitio que presentó mayor diversidad y densidad de árboles fue FA. Solamente fueron contados 3 individuos de arbustos, pertenecientes a *Lantana camara* y *Capsicum annum*. En cuanto a las herbáceas se contabilizaron 11,880 individuos agrupados en 28 especies, 23 géneros, 14 familias y 13 órdenes, siendo el AVP en donde se registraron mayor diversidad y densidad. Las especies arbóreas de mayor densidad fueron: *Callycophyllum candidissimum*, *Azadirachta indica* y *Senna siamea*. Las especies herbáceas con mayores densidades fueron *Cenchrus brownii*, y *Cynodon dactylon*. De las 41 especies vegetales, se determinó la fenología completa para 31, de estas 6 (19.35%) florecen y fructifican todo el año: *Cordia dentata*, *Boerhavia erecta*, *Chamaesyce hyssopifolia*, *Eleusine indica*, *Melanthera nivea* y *Rhynchosia minima*. Entre las especies arbóreas atractivas para la fauna silvestre resultaron: *Albizia niopoides*, *Manguifera indica*, *Spondias mombin*, *Cordia dentata*, *Guazuma ulmifolia* y *Callycophyllum candidissimum* como potenciales proveedores de alimentos y refugio a la fauna silvestre, por sus frutos, flores con abundante néctar, copas con poca obstrucción visual (alta densidad de hojas) y ramificaciones horizontales propias para el perchaje de las aves de gran tamaño. Dentro de la vegetación herbáceas se determinaron especies como *Tridax procumbens* y *Tribulus terrestris* formando densos tapetes de vegetación con flores atractivas para insectos en el período seco. Por otra parte las especies de la familia Poaceae han sido registradas como proveedoras de granos a las aves del grupo de los Columbidos (Palomas) muy abundantes alrededor de la pista. Especies de gramíneas de gran porte como *Panicum maximum*, *P. antidotale* y *Sorgum halapensis*, además de poseer semillas grandes (>2 mm), forman corredores por donde se desplazan mamífero medianos, reptiles y donde se refugian ciertas aves. Dentro de la misma área se determinaron dos especies (*Bothriochloa pertusa* y *Cynodon dactylon*) propicias para ser recomendadas para reemplazar la vegetación que atrae fauna de peligro para la aviación, principalmente en los alrededores de la pista de aterrizaje. Mediante un ensayo se evaluaron sus establecimientos, el cual resultó satisfactorio al competir y ganar espacio ante otras monocotiledones y dicotiledonesas.

**Palabras claves:** Alimento, hábitat, refugio, Poaceae.

## ABSTRAT

In the present research, it was evaluates the diversity, structures and phenology of flora inside that green area of the airport, the purpose is determine the species that are attractive to dangerous wildlife for aviation, cause those species can provide them of food, refuge and habitats. On the other hand, through this study, it can recommend species with potential to be planted on the green areas of the airport. Nested plots of 2 x 2 m, 5 x 5 m and 10 x 10 m were established to take the data of herbs, bushes and trees respectively. Plots were established aleatorily in three places inside the airport: the west dry forest of the airport (BSO), the air force (FA) and in the green area around the landing hint (AVP). Inside the plots 115 trees were counted in all places, which were contained in 11 species, 10 genus, 8 families and 4 orders. FA got the biggest diversity and density of trees. Only three individuals of bushes were identified, which belong to *Lantana camara* y *Capsicum annum*. 11,880 individuals of herbs were counted which were contained in 28 species, 23 genero, 14 families and 13 orders. AVP got the biggest diversity and density of herb. The trees species with biggest densities were: *Callycophyllum candidissimum*, *Azadirachta indica* y *Senna siamea*. The herbs species with biggest densities were: *Cenchrus brownii* and *Cynodon dactilon*. Complete phenology was determined to 31 species, 6 (19.35%) got flowers and fruits all the year: *Cordia dentata*, *Boerhavia erecta*, *Chamaesyce hyssopifolia*, *Eleucine indica*, *Melanthera nivea* y *Rhynchosia minima*. The trees species as *Albizia niopoides*, *Manguifera indica*, *Spondias mombin*, *Cordia dentata*, *Guazuma ulmifolia* y *Calycophyllum candidissimum* were determined as attractive to wildlife, they supply of foods and refuge, because fruits, flowers with abundant nectar, leaves with less visual obstruction (high densities of leaves) and horizontal branches. It was determined species as *Tridax procumbens* and *Tribulus terrestris* forming dense mats of vegetation with attractive flowers to insects in the dry period. Species of Poaceae family has been registered as supplying of grains to birds as Columbidae (Doves) very abundant around the hint. Large species of Poaceae as *Panicum maximum*, *P. antidotale*, *Sorgum halapensis*, produce big grains (>2 mm) and formed corridors to medium large mammal, reptiles and others birds as *Colinus cristatus* (Codornis). Inside airport areas, two species (*Bothriochloa pertusa* and *Cynodon dactylon*) were determined to recommend replacing attractive vegetation to dangerous wildlife mostly on the surroundings of the landing hint. An essay of the establish of both species was carry out, with satisfactory results, wining space with others monocotiledons and dicotiledons plants.

**Key words:** food, habitat, refuge, Poaceae

## I. INTRODUCCION

El Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino (antes campo de aviación Xolotlán), ubicado al oeste de la ciudad de Managua constituye una de las principales vías de comunicación de Nicaragua con el mundo, siendo este el principal puerto aéreo de intercambio de mercadería, valores económicos y culturales, el cual data desde 1931 (EAAI, 2006).

Este espacio internacional aeroportuario al igual que otros del mundo y sobre todo de países en desarrollo presenta una serie de problemas de operación y de seguridad, en este último caso sobresalen los riesgos por problemas aviarios, marcados fundamentalmente por las condiciones ambientales favorables que se presentan en la parte interna y periférica de las pistas. Las especies de fauna silvestre son atraídas debido a la comida, agua o hábitat que el aeropuerto les proporcione, el tamaño de las poblaciones atraídas por el entorno aeroportuario varían considerablemente, dependiendo de varios factores, incluyendo actividades de uso de suelo dentro o cerca del aeropuerto (Cleary & Dolbeer, 2005).

Estos hábitats atractivos para la fauna silvestre representa un riesgo para la aviación, dentro o cerca de los aeropuertos, sobre todo por la flora presente, los que deben ser manejados con suma precaución y dedicados estrictamente a áreas verdes decorativas del aeropuerto que no impliquen movimiento de aeronaves, ya que si estos son fuente de atrayentes de aves esto puede provocar colisiones entre ellos (Cleary & Dolbeer, 2005).

Según Cleary & Dolbeer (2005) es importante que estos campos estén en constante monitoreo y que se actué de inmediato en caso detectar fauna silvestre y elaborar un plan de manejo para eliminar su atractivo como alimento, hábitat y reducir su presencia dentro de los aeropuertos.

La preocupación por estos eventos crece en el mundo y en los países más desarrollados es frecuente el uso del pasto sintético (Air Fieldturf), que ha demostrado una gran efectividad en la disminución de estos impactos y que es el único autorizado por la Agencia Federal de Aviación de Estados Unidos (FAA) para ser instalado en las grandes infraestructuras de uso aeronáutico en aquel país (FIDAE, 2006)

El aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino, presenta problemas de riesgos como los señalados anteriormente, ya que desde un inicio la superficie de rodamiento de la pista de aterrizaje de longitud aproximada de dos kilómetros, ha sido de tierra recubierta inicialmente por grama y actualmente por una variada vegetación que sirve de albergue y centro de alimentación de aves, roedores, insectos y reptiles, los que de forma directa o indirecta ponen en riesgo la actividad aeronáutica del mismo.

Los expertos en riesgo aviario de los aeropuertos señalan que el conocimiento del hábitat, sobre todo de la flora, es un buen inicio para incidir en la reducción de los riesgos aviarios de los aeropuertos, es por ello que la Universidad Nacional Agraria (UNA), en conjunto con la Empresa Administradora del Aeropuerto Internacional (EAAI), a solicitud de estos últimos, se planteó la ejecución del presente trabajo, con la finalidad de determinar la diversidad de la vegetación existente dentro del área de la pista de aterrizaje y despegue de las aeronaves, donde se identifique la riqueza existente, su estructura, la fenología de la vegetación, condiciones de hábitat, así como de alimento atractivo para la fauna y en base a ello brindar recomendaciones de manejo, para disminuir el riesgo.

Además se planteo dentro del estudio la identificación y selección de especies vegetales poco atractivas para la fauna y cuando fuera posible iniciar estudios de manejo de las mismas, con la finalidad de promover su diseminación en el área de la pista del aeropuerto, mediante técnicas de modificación del cambio de vegetación (reducción de especies de plantas atractivas o cambio de especies).

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- Caracterizar la vegetación en el área de estudio, determinando a la vez, aspectos fenológicos y las especies de plantas atractivas para las especies de aves peligrosas para la aviación.

### **2.2 Objetivo específico**

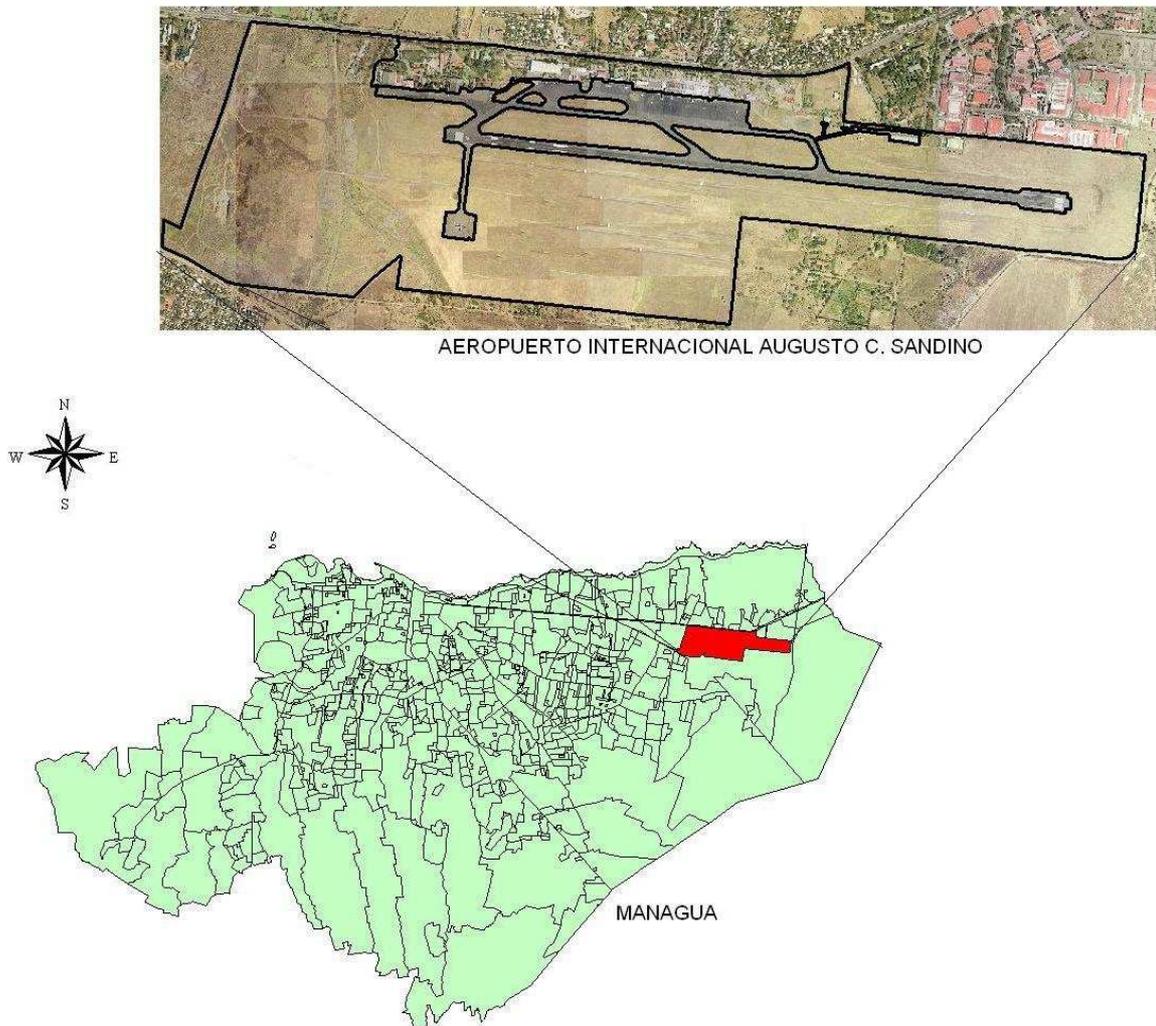
1. Determinar las especies herbáceas, arbustivas y arbóreas con mayores densidades por sitio.
2. Identificar especies de plantas que son atractivas para las aves por sus frutos o su potencial como hábitat para las mismas y las áreas con mayor riqueza y diversidad de especies.
3. Determinar la floración y fructificación de las plantas existentes en las áreas verdes del aeropuerto.
4. Recomendar especies vegetales que puedan formar parte del área verde del aeropuerto y que sean poco atractivas para las aves que presentan peligro aviario.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Descripción general del área de estudio

##### 3.1.1 Ubicación

El aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino se encuentra ubicado aproximadamente a 11.5 kilómetros del centro de la ciudad de Managua en el sector oeste entre las coordenadas  $12^{\circ} 08' 30''$  latitud norte y  $86^{\circ} 10' 24''$  longitud oeste. Ocupa un predio de aproximadamente 354.34 hectáreas distribuidas en forma casi rectangular, con 3,600m de Este a Oeste y 800m de Norte a Sur con una elevación de 58.2 msnm (EAAI, 2006).



**Figura 1.** Mapa del aeropuerto Internacional Augusto Cesar Sandino, ubicado en el distrito VI de Managua, 2008 (INETER, 2001).

### **3.1.2 Datos climáticos**

- Temperatura máxima media: 32.9 grados centígrados
- Temperatura mínima media: 22.6 grados centígrados
- Humedad relativa media: 74.2 %
- Precipitación media mensual: 63.1 mm
- Precipitación máxima mensual: 132.3 mm
- Velocidad promedio mensual del viento (metros /segundo): desde 0.2 hasta 3.8 en registro de 7 años.
- Elevación de la estación meteorológica: 56 m.s.n.m
- Presión atmosférica media: 1004.1 Hpa
- Nubosidad media: 2.0 octas (EAAI, 2006).

### **3.1.3 Datos geológicos**

Diversos estudios geológicos se han desarrollados en el área del aeropuerto encaminados a establecer la condición geológica del aeropuerto y en particular en establecer la ubicación de fallas geológicas, estableciéndose la presencia de una falla geológica llamada “Las Mercedes”, la cual cruza la Terminal de pasajeros por su zona media y se extiende en dirección norte-sur a lo ancho de los terrenos del aeropuerto (EAAI, 2006).

También se identifican otras dos fallas muy próximas a ésta, llamada de “Bomberos” que pasa por debajo de las instalaciones de los bomberos del aeropuerto aproximadamente a 100 metros al Este de la terminal de pasajeros y otra que pasa al extremo Oeste (EAAI, 2006).

### **3.2 Proceso metodológico**

El proceso metodológico para llevar a cabo este estudio esta dividido en dos partes: 1. caracterización de la vegetación en el área de estudio y 2. Selección y evaluación del establecimiento de especies de gramíneas poco atractivas para la fauna silvestre de peligro para la aviación

### **3.2.1 Caracterización de la composición florística**

Se refiere al número de familias, géneros y especies que se registren dentro del bosque, al momento de realizar el inventario, el cual se utiliza para caracterizar de manera general el bosque en su estructura arbórea. Donde los componentes que se enfocan son la diversidad de especies, riqueza de especies y similitud de especies entre otras (Bueso, 1997) citado por Gómez Carcache y Rico Rugama, 2006.

### **3.2.2 Reconocimiento del área de estudio**

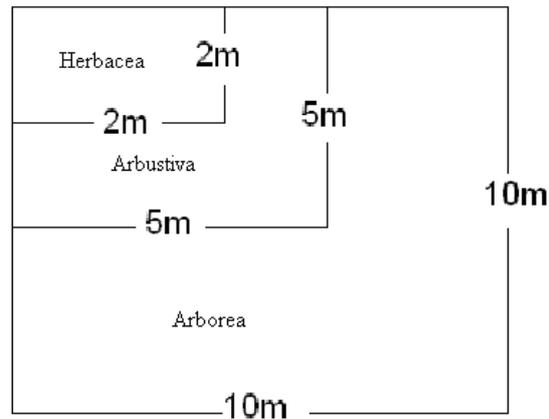
En el mes de febrero del año 2008 se realizó el reconocimiento del área de estudio, mediante un recorrido previo por las propiedades del aeropuerto, con el objetivo de determinar las áreas de estudio, delimitarlas, organizar las visitas, discutir la operatividad y el tipo de diseño de muestreo más adecuado para el área de estudio.

### **3.2.3 Procedimiento de toma de datos**

Para coleccionar la información requerida se establecieron unidades a partir de un diseño de muestreo. Dentro de cada unidad se tomaron datos de diferentes variables de una forma particular para cada variable. A continuación se describe a detalle todo el proceso:

#### ***Unidad de muestreo***

Se establecieron parcelas cuadradas en diferentes áreas y tamaño en dependencia de los hábitos de vida o estrato vegetal, para las plantas herbáceas se establecieron parcelas de 2 x 2m y se contaron las especies dentro de ella, para contar las especies de arbustivas se utilizaron parcelas de 5 x 5m y para las especies arbóreas parcelas de 10 x 10m (Figura 2).



**Figura 2** Ilustración de las parcelas establecidas y utilizadas en el muestreo de la vegetación en el Aeropuerto Augusto C. Sandino Managua, 2008.

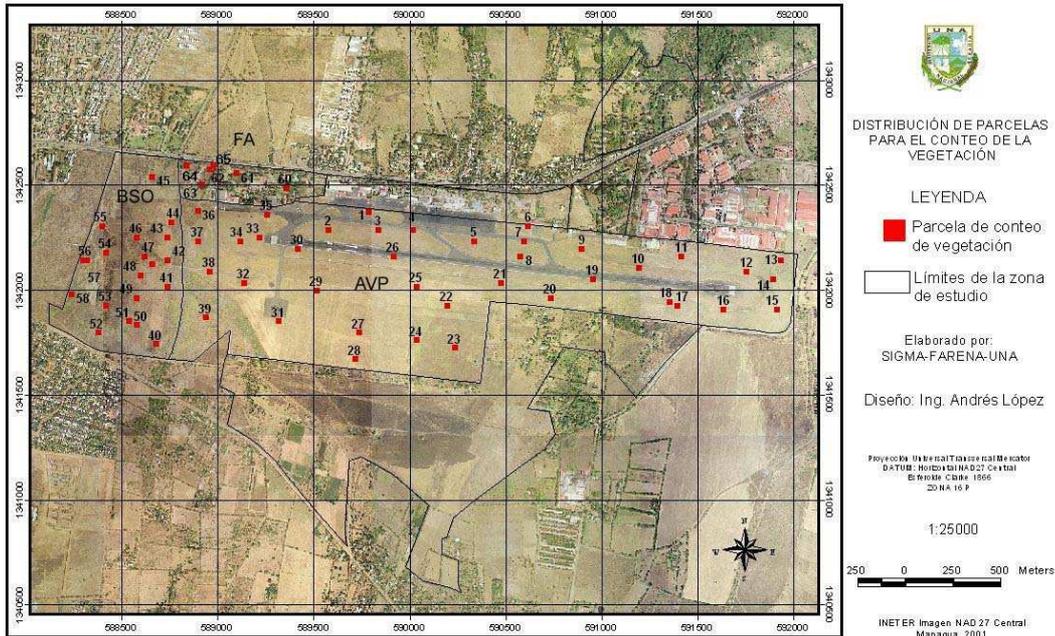
### *Diseño de muestreo*

Se empleó un diseño aleatorio estratificado. Una vez que el área de estudio se dividió en estratos o sitios, se establecieron las parcelas anidadas de muestreo. A cada sitio se le dio un nombre para distinguirlo entre ellas, dicho nombre fue dado por su posición geográfica o retornando los nombres ya establecidos previamente por sus administradores, entre ellos están: la Fuerza Aérea (FA), el bosque seco al oeste del aeropuerto (BSO) y el área verde alrededor de la pista de aterrizaje (AVP), de los cuales en lo consecutivo se tratará por sus siglas.

Antes de establecer las parcelas en el campo, se elaboró un mapa con grids de 20 x 20m, con la hoja cartográfica de INETER ortofoto WGS84 2952-2-4 Imagen NAD 27 Central Managua 2001 a una escala de 1:25000, los puntos en que se establecerían las parcelas anidadas fueron seleccionados a priori aleatoriamente, posteriormente se procedió en el terreno a buscar cada uno de los puntos con el uso de un GPS Garming PLUS, una vez encontrado cada punto, se colocaba una estaca de 50 cm de alto pintada en amarillo como medio de señalización del punto.

El esfuerzo de muestreo para el AVP fue de: 0.015%, para BSO y FA fue de: 0.3%. En total se establecieron 78 parcelas distribuidas de la siguiente manera: 16 parcelas de 10 x 10 m, nueve en el BSO, seis en la FA y una en el AVP. En lo que se refiere a las parcelas de 5 x 5 m se

establecieron 3, dos en el AVP y una en FA y parcelas de 2 x 2 m se establecieron 59, 39 en AVP y 20 en BSO (Figura 3).



**Figura 3.** Ubicación de las parcelas para la anotación de la composición florística en el área verde del Aeropuerto Augusto C. Sandino 2008 (INETER, 2001).

### *Toma de datos y variables medidas*

Para la toma de datos se requirió de un formulario de campo sencillo que facilitó la toma de la información (Anexo 1). Fueron evaluadas variables tales como número de especies, número de individuos, alturas de las plantas y fenología (floración y fructificación), la evaluación se realizó de la manera siguiente:

### *Número de individuos de plantas*

Una vez establecidas las parcelas para cada estrato se procedió a contar cada individuo dentro de ella. En las especies de gramíneas con forma de vida enmacollado se reconoció como un individuo a cada macolla.

### ***Número de especies vegetales***

Cada individuo fue determinado a nivel de especie, el número de especies se utilizó para calcular la riqueza de especies. Cuando una especie no era conocida inmediatamente en campo se colectaba y se le daba un nombre temporal, el cual se utilizaba para nombrar a todas las plantas de esa misma y luego las plantas eran identificadas con el uso de claves, guías ilustradas o visita a especialistas.

### ***Altura de los individuos***

La altura se tomó a partir del suelo hasta el punto más alto de la planta. Las unidades empleadas fueron los centímetros para las plantas pequeñas y metros para los árboles y arbustos, en el caso de las gramíneas se midió sin estirar el follaje con una regla milimetrada. Para el caso de los arbustos y árboles la altura fue estimada.

### ***Codificación***

Los códigos que aparecen en el Cuadro 3 se elaboraron a disposición de los nombres de cada una de las especies, se tomaron las tres primeras letras del primer nombre y las dos primeras letras del epíteto específico para obtener un código único de cada especie, esto para facilitar su representación en los gráficos de fructificación y floración a lo largo del año.

## **3.3 Análisis de los datos**

En esta etapa se procedió a digitalizar la información de campo, se aplicaron fórmulas y paquetes estadísticos que permitieron los resultados. Además para indagar sobre la naturaleza de cada especie utilizando material bibliográfico.

### **3.3.1 Riqueza de especies y diversidad biológica**

Fueron calculadas la riqueza de especies de la cual se elaboró una curva de acumulación de especies. También se calcularon las especies esperadas con el estimador no paramétrico Chao 2. La diversidad se calculó con el uso del índice estructural Shannon-Wiener. La riqueza y diversidad fue calculada para los tres estratos vegetales. La curva y el estimador Chao2 solo se aplicó para las especies del estrato herbáceo por poseer mayores registros de datos.

### 3.3.2 Cálculo de abundancia

La abundancia se define como la cantidad de individuos de una especie determinada que se distribuyen en una determinada comunidad. Los datos de abundancia de las especies se suelen dar cuantitativamente o cualitativamente.

$$\text{Fórmula: } N = \sum n$$

Donde:

N= abundancia

n= número de individuos

### 3.3.3 Cálculo de riqueza de especies

Riqueza es la forma más sencilla de medir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal para medir riqueza es contar con un inventario completo que permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad (Moreno, 2001) y es un parámetro que se utiliza para conocer la importancia del bosque en cuanto al número que posee, esta expresa la composición a través de las diferentes especies dentro del área boscosa (Perez, 2004).

$$\text{Fórmula: } S = \sum s$$

Donde:

S= riqueza de especies

s= número de especies

### 3.3.4 Cálculo de la diversidad biológica

Para determinar la diversidad biológica de las especies vegetales del aeropuerto se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), el cual ha sido probablemente el índice más ampliamente utilizado en ecología comunitaria. Este se basa en la teoría de la información

(Shannon & Wiener, 1949) y es una media del grado promedio de “incertidumbre” al predecir a que especie pertenece un individuo escogido al azar de una colección de S y N.

Esta incertidumbre promedio aumenta en la medida que aumenta el número de especies y la distribución de individuos entre las especies se torna aproximadamente igual. Así H' tiene dos propiedades que la han hecho una popular medida de diversidad:

- (1) H' = 0 si y solo si hay solo una especie en la muestra.
- (2) H' es máxima, solo cuando las S especies están representadas por el mismo número de individuos.

La ecuación del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^S [(n_i/n) \text{Ln} (n_i/n)]$$

Donde:

Ln: logaritmo natural

$n_i$ = no. De individuos que pertenecen a la  $i$ th de las especies en la muestra.

$n$ = no. Total de individuos en la muestra.

### 3.3.5 Cálculo de la densidad

La densidad no es nada más que el número de individuos sobre la unidad del área muestreada (Krebs, 1985).

$$\text{Fórmula: } D = n_i/A$$

Donde:

$n_i$ = es el número de individuos

A= unidad del área muestreada

### 3.3.6 Cálculo estimador no paramétrico Chao2

El estimador no paramétrico de Chao2 predice la cantidad de especies que se esperaría determinar si se intensificara el esfuerzo de muestreo. Requiere solo datos de presencia-ausencia. Colwell y Coddington (1994) encontraron que el valor de Chao2 provee el estimador menos sesgado para muestras pequeñas.

$$\text{Fórmula: } \text{Chao2} = S + L^2/2M \text{ (Moreno, 2001)}$$

Donde:

L= número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)

M= número de especies que ocurren en exactamente dos muestras

S= riqueza de especies

### 3.3.7 Análisis estadístico

En el caso de las estadísticas descriptivas se utilizaron las medias aritméticas como medida de tendencia central, apoyada con gráficos, tablas y cálculos de promedios, y en la estadística de inferencia se empleó la prueba de ji cuadrado ( $X^2$ ) para analizar datos de frecuencia o proporciones.

## 3.4 Equipos y materiales utilizados

### 3.4.1 Equipo de medición

- GPS: utilizado para georeferenciar las parcelas establecidas y para la realización del croquis del área de estudio.
- Brújula: para orientar la dirección azimutal.
- Prensa botánica: para poder identificar las especies encontradas con un especialista.

## 3.5 Selección de especies y establecimiento del ensayo

### 3.5.1 Selección de especies

Con el fin de identificar especies de gramíneas que sean poco atractivos para la fauna silvestre (principalmente para las especies silvestres de peligrosidad para la aviación) para establecer en

las áreas verdes del aeropuerto, se seleccionaron dos especies que fueron determinadas como potenciales para su establecimiento, dentro de los criterios de selección se encuentran: su baja estatura (no mayor de los treinta centímetros), producción de semillas muy pequeñas, menor o igual a un milímetro o sin producción de las mismas, dos características que las hace poco atractiva para la fauna silvestre de peligro, y finalmente es necesario que las plantas tengan mucha agresividad en la colonización.

El escenario es el siguiente: internacionalmente se recomienda que los aeropuertos deben tener la menor diversidad de especies vegetales formando parte de sus áreas verdes (las que por ende son áreas manejadas), esto facilita el control de la vegetación e incluso el control de la fauna silvestre asociada (Cleary & Dolbeer, 2005), como se verá en los resultados de esta investigación, específicamente en la parte de composición florística, existe una alta riqueza de especies tanto de gramíneas como de hojas anchas formando parte de las áreas verdes del aeropuerto Augusto C. Sandino.

En este sentido se pretende determinar especies potenciales para ser recomendada en un futuro plan de recambio de la vegetación cercana a la pista de aterrizaje. Mediante una inspección minuciosa sobre las estrategias de reproducción y morfología de las plantas herbáceas determinadas en el mismo sitio, se logró la selección de dos especies *Cynodon dactylon* (Pasto Bermuda) y *Botriochloa pertusa* (Pasto Rodes). Para recomendarlas con certeza, fue necesario evaluar su agresividad en la colonización y establecimiento, de aquí se deriva un ensayo para recopilar esa información.

### **3.5.2 Establecimiento y evaluación del ensayo**

Como todo experimento y al igual que la etapa de evaluación de la composición florística, el ensayo tiene unidades de muestreo, establecidas mediante un diseño de muestreo en el cual se van a evaluar ciertas variables. Esta etapa se realizó siguiendo la metodología empleada por el CIAT (1981), para evaluación de especies herbáceas forrajeras en los llamados Ensayos Regionales de Adaptación (ERA), estos comprenden una evaluación de tipo agronómico, donde se puede evaluar el crecimiento y desarrollo de especies herbáceas. A continuación se da una particular descripción de ello:

### ***Unidades y diseño de muestreo***

Las unidades de muestreo utilizadas en los ensayos fueron parcelas cuadradas con las dimensiones de 5 x 5 m, las que cubren un área de 25 m<sup>2</sup> cada una. El lugar donde se ubicaron las parcelas fueron las zonas donde se encuentra la mayor presencia del pasto guinea (*Panicum maximum*), ya que esta especie es una de las que mayor problema presenta para el control de la fauna silvestre, su gran tamaño (hasta 2 m de altura) y sus enmacoyados (hasta de 70 individuos) son hábitat preferidos para cualquier mamífero mediano o reptil, e incluso para la amidación de aves, también se establecieron donde la diversidad de especies herbáceas era mayor.

Se establecieron nueve parcelas de 5 x 5m en tres sitios dentro de las áreas verdes alrededor de la pista de aterrizaje del aeropuerto. Los sitios donde se ubicaron las parcelas fueron en la Cabecera 27 al Este de la pista (3 parcelas). Frente a las mangas de abordaje (3 parcelas). Cabecera 09 al oeste de la pista (3) (Figura 4). En cada sitio las parcelas estaban ubicadas a una distancia de 100 m entre ellas y cada una se subdividió en dos subparcelas de 2.5 x 5 m donde se ubicaron cada una de las especies evaluadas, se establecieron 5 hileras y 10 plantas por hileras, para un total de 50 plantas por subparcela (Figura 5).

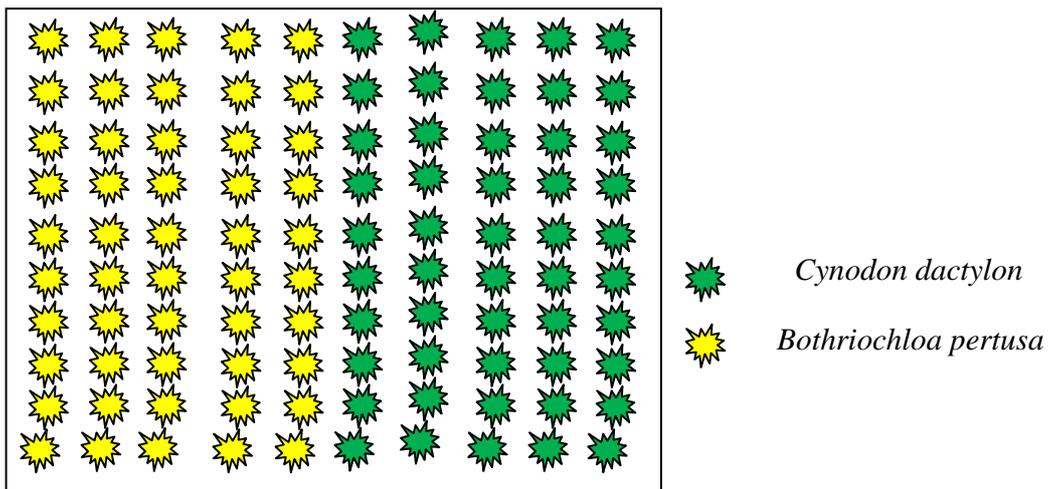
Los códigos que aparecen en las figuras 21-24, se colocaron por la ubicación de la misma con referente al aeropuerto, la codificación es la siguiente: Cabecera 09 tenemos este norte (en), este medio (es) y este sur (es), para la Cabecera 27 oeste norte (on), oeste medio (om) y oeste sur (os), Frente a las Mangas de Abordaje centro norte (cn), centro medio (cm) y centro sur (cs).



**Figura 4.** Ubicación de parcelas del ensayo para establecer dos especies de gramíneas para el estudio de crecimiento y desarrollo en áreas verdes del Aeropuerto Augusto C. Sandino 2008, Ineter, 2001.

El periodo del establecimiento para las dos especies fue de dos meses (Octubre a Noviembre. Se procuro realizar este ensayo en la época lluviosa para facilitar el desarrollo de los pastos. Se utilizó un diseño completo al azar (DCA), donde se evaluó el comportamiento de cada una de las variables dentro de las especies y sitios.

La observación del crecimiento del pasto se hizo cada 10 días después de su establecimiento donde se tomaron los datos de altura de las especies, números de entrenudos, ancho y largo de la hoja, con los datos obtenidos de la medición de esas variables se podrá conocer si las especies se establecen o no óptimamente, mediante una relación entre ellas.



**Figura 5.** Diseño de parcela en surco para el establecimiento de dos especies *Cynodon dactylon* (Pasto Bermuda) y el *Bothriochloa pertusa* (Pasto Rodes) en las áreas verdes del Aeropuerto Augusto C. sandino, 2008.

### **3.6 Variables a medir y toma de datos del ensayo**

#### **3.6.1 Altura**

La altura se tomó con una regla milimetrada desde la base hasta el ápice, o hasta donde se doblan las hojas (Figura 6). Como son especies estoloníferas, en donde las plántulas hijas nacen de los nudos del tallo horizontal, la altura esas plantas hijas que se tomó solo cuando su sistema radicular ya estaba establecido y desarrollados.



**Figura 6.** Medición de altura de las especies evaluadas durante el ensayo en los meses octubre a noviembre del 2008 dentro de las áreas verdes del aeropuerto de Managua Augusto C. Sandino.

#### **3.6.2 Largo y ancho de la hoja**

El largo de la hoja también se tomó con regla milimetrada, midiéndose desde la base de la hoja (unión entre la vaina y el tallo), hasta el ápice de la misma. El ancho fue tomado con el mismo tipo de regla y se midió por la parte media de la hoja, de un lado del margen hacia el otro.

#### **3.6.3 Número de nudos**

Para cada una de las especies se contaron el número de nudos que tuvieron durante el ensayo, la cantidad de nudos en los tallos horizontales es un indicador de la reproducción asexual de estas plantas, ya que de cada nudo se genera un nuevo individuo.

### **3.7 Análisis de datos para el ensayo**

#### **3.7.1 Cálculos y procedimientos estadísticos**

Para encontrar si existen diferencias significativas se realizó un análisis de varianza con separaciones de media utilizando el método de Duncan (prueba a posteriori) a un nivel de significancia de 0.05, con el fin de encontrar diferencias significativas y las causas de las diferencias.

#### **3.7.2 Equipos utilizados**

Este tipo de material y herramienta fue exclusivo del ensayo:

- Estacas: de 100cm para delimitar las parcelas y observarlas de largo en el campo.
- GPS: con el objetivo de georeferenciar las parcelas.
- Mazo: Para clavar las estacas de las parcelas.
- Mapa: Mapa de grips para ubicar las parcelas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Caracterización de la composición florística

#### 4.1.2 Caracterización de la riqueza y la abundancia

En total se registraron 11,998 individuos en todas las unidades de muestreo, 11,429 en el AVP, 485 en el BSO y 84 en la FA. En el estrato arbóreo (parcelas de 10 x 10 m) se contabilizaron 115 individuos en los tres sitios, los cuales están agrupados en 11 especies, 10 géneros, ocho familias y cuatro órdenes.

Las especies más abundantes según el número de individuos fueron *Albizia niopoides* (27), *Calycophyllum candidissimum* (27), *Azadirachta indica* (18) y *Senna siamea* (16), el resto esta representado por menos de 10 individuos. Las familias más representadas según el número de especies fueron Caesalpiniaceae (2), Boraginaceae (2) y Anacardiaceae (2). Los órdenes más representados según el número de familias fueron: Fabales (3) y Sapindales (2). Para el estrato arbustivo (parcelas de 5 x 5 m) solo se contaron tres individuos, dos de *Jacquinia nervosa* y uno de *Capsicum annum* en la FA, BSO y en el AVP respectivamente.

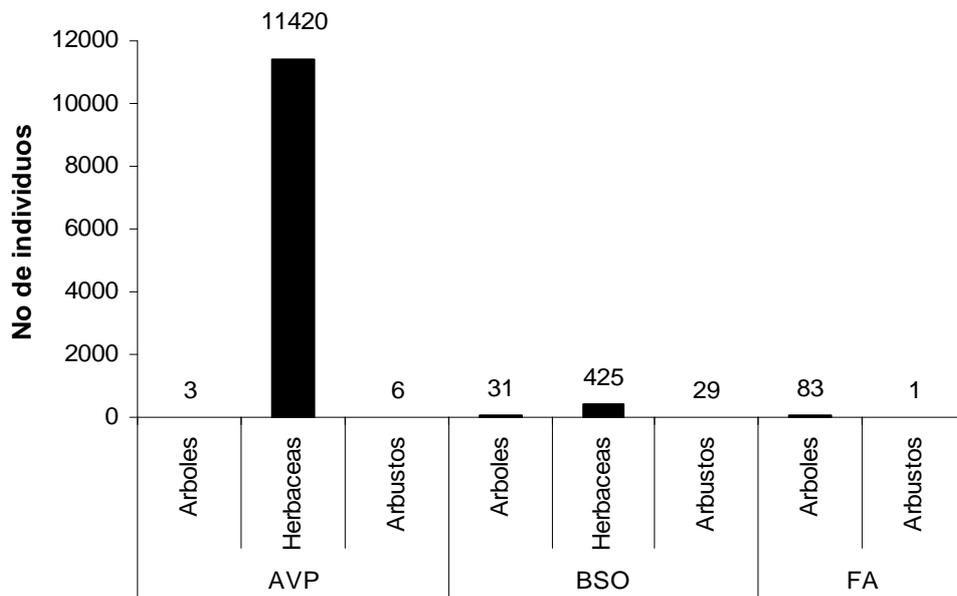
En las parcelas de 2 x 2 m se contaron 11,880 individuos del estrato herbáceo en los tres sitios, agrupados en 28 especies, incluyendo una desconocida de la familia Malvaceae y cuatro identificadas hasta género (*Desmodium sp*, *Asclepia sp*, *Sthenothaprum sp* y *Heliconia sp*), contenidas en 23 géneros, 14 familias y 13 órdenes (Cuadro 1). Las especies herbáceas más abundantes fueron *Cenchrus brownii* (3998 individuos), *Cynodon dactylon* (2208), *Digitaria decumbens* (1666), *Bothriochloa pertusa* (800), *Elytaria imbricata* (606) y *Panicum maximum* (534), el resto esta representado por menos de 500 individuos. Las familias más representadas fueron Poaceae (10) y Fabaceae (5). El orden más representado fue Lamiales (2).

**Cuadro 1.** Resumen de la caracterización general de la abundancia y riqueza de las especies vegetales

	Árboles	Arbustos	Herbáceas
No de individuos	115	36	11880
No de especies	11	2	28
No de géneros	10	2	23
No de familias	8	2	14
No de ordenes	4	2	13
Especies más abundantes	<i>Albizia niopoides</i> (27) <i>Calycophyllum candidissimum</i> (27) <i>Azadirachta indica</i> (18) <i>Senna siamea</i> (16)	<i>Lantana camara</i> (35) <i>Capsicum annuum</i> (1)	<i>Cenchrus brownii</i> (3998) <i>Cynodon dactylon</i> (2208) <i>Digitaria decumbens</i> (1666) <i>Bothriochloa pertusa</i> (800) <i>Elytaria imbricata</i> (606) <i>Panicum maximum</i> (534)
Familias más representadas según el número de especies	Caesalpiniaceae (2) Boraginaceae (2) Anacardiaceae (2)	Verbenaceae (1) Solanaceae (1)	Poaceae (10) Fabaceae (5)
Ordenes más representados según el número de familias	Fabales (3) Sapindales (2)	Lamiales (1) Solanales (1)	Lamiales (2)

#### 4.2 Densidades de la vegetación

Existen diferencias significativas entre las densidades de las tres formas de vida vegetal para los tres sitios estudiados ( $X^2= 14.14$ ,  $P<0.00017$ ). En este sentido, las mayores densidades de árboles se encontraron en la FA, superando 25.64 veces la densidad de los mismos en el BSO y 88.33 veces la densidad en el AVP. En cuanto a arbustos, se determinaron iguales densidades en el AVP, en la FA y en el BSO. La vegetación herbácea fue muy densa en el AVP, superando seis veces la densidad de los mismos en el BSO, en la FA no se determinaron especies herbáceas (Figura 7).

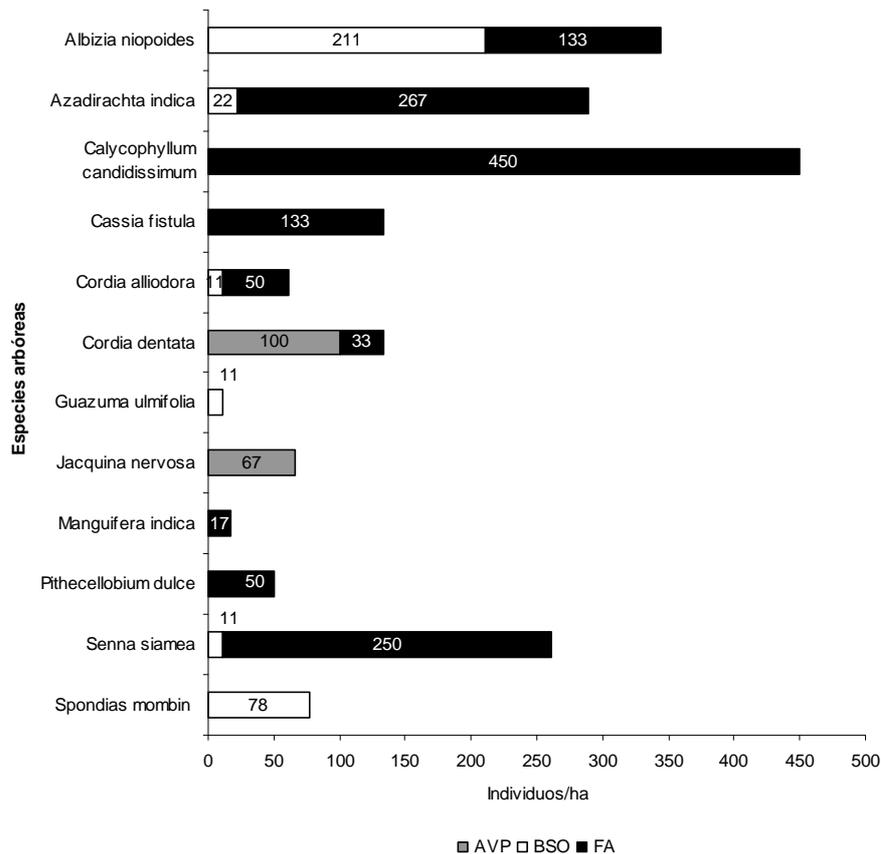


**Figura 7.** Densidad de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en los tres sitios, AVP: Área Verde Alrededor de la Pista de Aterrizaje; BSO: Bosque seco al Oeste del Aeropuerto; FA: Fuerza Aérea aeropuerto Augusto C. Sandino, 2008.

En el AVP se contabilizó la mayor cantidad de herbáceas (Figura 7), la explicación radica en la historia del sitio, ya que se dice que en donde hoy está la pista de aterrizaje del aeropuerto, antes era áreas experimentales para la producción de pastos y para evaluar la influencia de malezas. Cuando se construye el aeropuerto en estas áreas, las plantas en experimentación se dispersaron por medio de las semillas. Por otra parte, la existencia de arbustos y árboles en esta área es casi nula, dado a que no es permitido el crecimiento de esto por poner en riesgo la visibilidad de las actividades aeroportuarias.

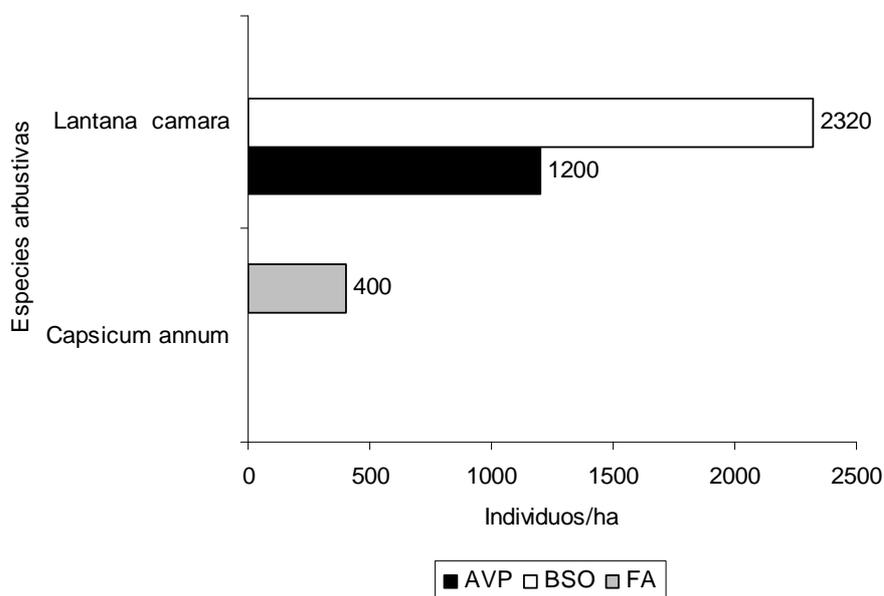
En cuanto el BSO, este sitio presenta características de abandono, sin ningún manejo por el aeropuerto, es un lugar de alojamiento de fauna silvestre (Roedores, Zorros, Zorrillos, Conejos, Culebras, Garrobos y Aves), con estructura vegetal en forma de manchones de plantas de diferentes alturas, la cual le confieren mosaicos de hábitat. La densidad arbórea es mayor en la FA comparado con el BSO, este sitio es una plantación pero no se obtuvo ninguna información al respecto. En la FA se registraron plantaciones de árboles de diferentes especies la cual no tienen ningún manejo.

Entre las especies arbóreas con mayores densidades se encuentran: *C. candidissimum* 450 individuos/ha exclusivamente en la FA, *A. niopoides* (344 individuos/ha), de los cuales el 61.34% se encuentran en él y el restante 38.66% en la FA, *A. indica* (289 ind./ha), de los cuales el 92.39% se encuentran en la FA y el 7.61% en el BSO, *S. siamea* (261 ind./ha) se determinó que el 95.79% de sus densidades se encuentran en la FA y el resto en el BSO, el resto de las especies tienen densidades menores a los 133 individuos/ha. *C. dentata* y *J. nervosa* fueron las únicas especies de árboles que se determinaron en las parcelas de muestreo establecidas en el AVP, en el caso de la primera especie, la densidad determinada es de 133 individuos/ha, de los cuales el 75.19% se cuantificó para AVP y el 24.81% en la FA (Figura 8) y para la segunda especie se determinaron 67 individuos/ha solamente en el AVP. Las densidades de árboles entre los tres sitios difieren significativamente (KW= 11.53, P<0.0069).



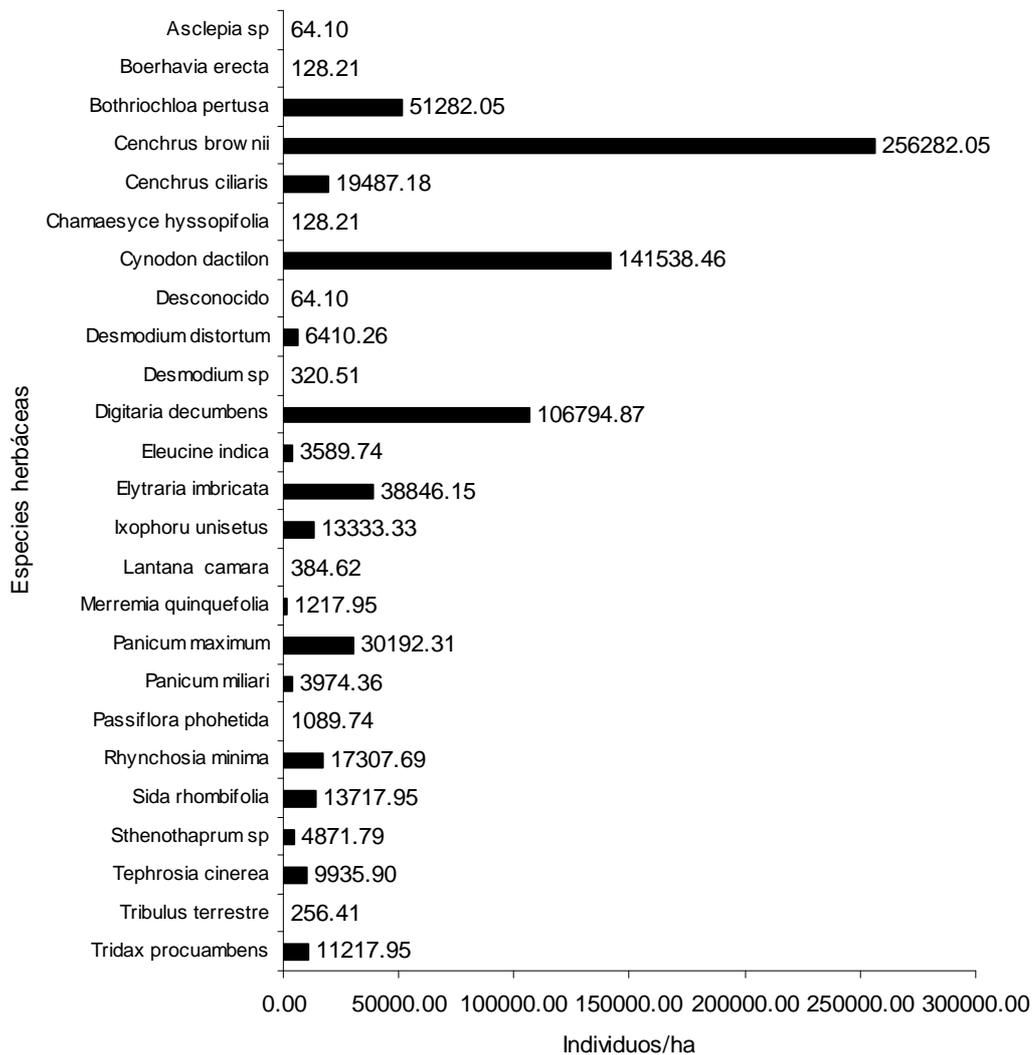
**Figura 8.** Densidades de especies arbóreas en los tres sitios dentro del aeropuerto Augusto C. Sandino, 2008.

Solamente se determinaron dos especies arbustivas: *Lantana camara* en AVP y BSO, y *Capsicum annum* en la FA (Figura 9). *L. camara* Puede llegar a alcanzar dos metros de altura, se utiliza frecuentemente como planta ornamental en parques públicos, esta especie permite una poda agresiva que la rejuvenece, por lo que el control mecánico no es la forma segura de control o erradicación de ella. *C. annum* puede ser anual, bianual, o vivir varios años, alcanza los 0,5–1,5 m, se trata de una especie domesticada en Mesoamerica. No se encontró ningún registro bibliográfico ni en las observaciones en las áreas de estudio que determinaran el potencial atractivo de estas dos especies arbustivas para la fauna silvestre.



**Figura 9.** Densidades de especies arbustivas en las áreas verdes de la pista y la fuerza aérea del aeropuerto Augusto C. Sandino, 2008.

Las diferencias en densidad comparadas entre las 25 especies determinadas en el AVP resultaron ser significativas ( $X^2= 30.84$ ,  $P<2.4$ ), siendo *Cenchrus brownii* (256,282.05 ind./ha) la especie con las densidades más altas en el sitio de estudio, a esta le siguen *C. dactylon* (141,538.46), *D. decumbens* (106,794.87), *B. pertusa* (51,282.05), *Elytraria imbricata* (38,846.15) y *P. maximum* (30,192.31), sumadas las densidades de estas cinco especies representan el 85.32% de la densidad de herbáceas total. En cuanto abundancia se encuentran *Cenchrus ciliaris* (19,487.18) y *Rhynchosia minima* (17,307.69) el resto de las especies tienen densidades menores a 15,000 individuos/ha (Figura 10).



**Figura 10.** Densidades de especies herbáceas en el área verde de la pista del aeropuerto Augusto C. Sandino, 2008.

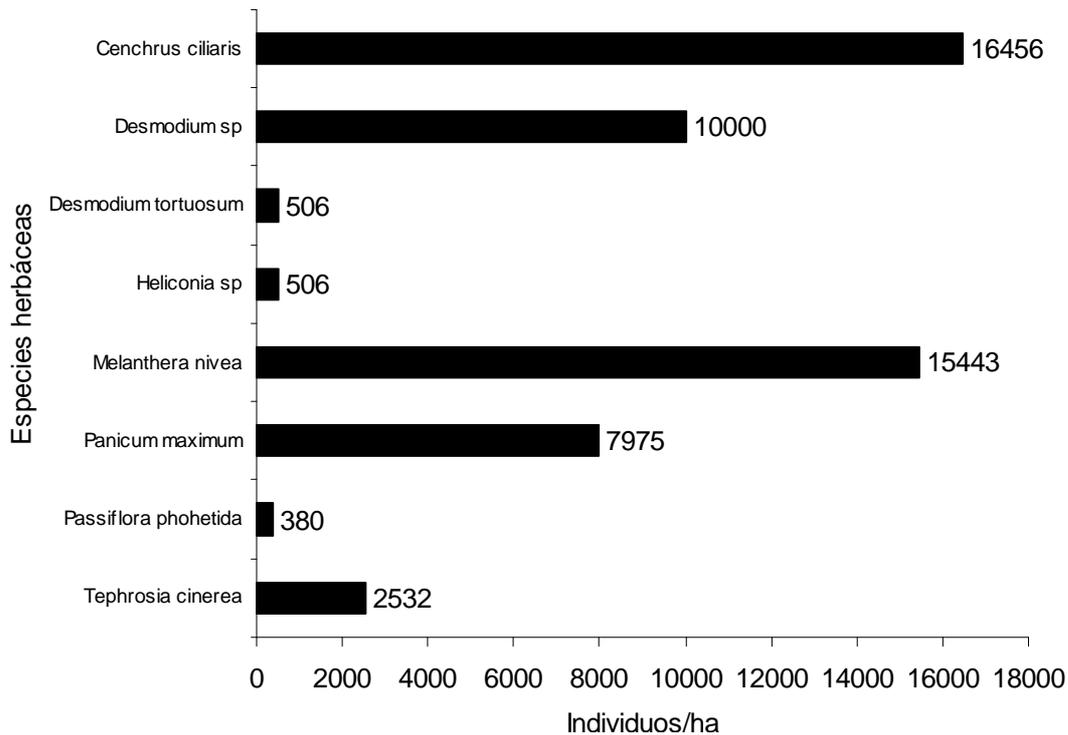
La especie *C. brownii* es la más representativa en el AVP, es una especie poco atractiva para las aves granívoras porque sus frutos presentan espinas, esta especie está confinada a sectores específicos del área de estudio. Durante la colecta de la información en el AVP se determinó una amplia variedad de especies donde se reduce la densidad de *C. brownii*, esto se torna problemático en la época seca, algunas gramíneas se presentan en la época seca pero desaparecen en la lluviosa como *Passiflora phoetida* y mantienen alimentos a las aves, pero otras aparecen en el período seco y lluvioso como otras gramíneas, entre esta la especie *P.*

*maximum*, que para estas dos épocas atraen las aves por su alimento, sea por semillas, frutos, néctar de las flores o insectos que están presentes en la cobertura.

Por otro lado, en el período seco se determinó que las especies que florecen y fructifican en ese período como *T. procumbens*, *T. terrestre*, en su mayoría son las especies herbáceas que sirven de alimento y refugio a insectos, por consiguiente representan foco de atracción para muchas aves insectívoras peligrosas para la aviación como *Hirundus rustica* (Golondrinas), *Quiscalus mexicanus* (Zanate), *Molotrus aeneus* (Tordos), *Egretta thula* (Garza blanca), entre otras.

Cuando se realizan podas en el AVP los insectos refugiados en la base de los vegetales quedan expuestos y son presas fáciles de las aves, por lo que se convierte en un foco de peligro para la aviación. Por otra parte los mamíferos pequeños y medianos como *Conepatus semistriatus* (Zorrillo), *Didelphys marsupialis* (Zorros cola pelada), *Rattus* sp (Ratas), *Mus musculus* (Ratones) y *Silvylagus* sp (Conejos) que se refugian en entre las macotas de las gramíneas de gran tamaño como *P. maximum*, mueren por acción de la podadora y quedan expuestos a las aves de rapiña como los *Coragyps atratus* (Zopilotes) y *Catarthes aura* (Zonchiches), especies de aves que representan el mayor peligro para la aviación

En el BSO se observan ocho especies de plantas herbáceas, entre las cuales se destacan: *Cenchrus ciliaris*, *Melanthera nivea*, *Desmodium* sp., *Panicum maximum* y *Tephrosia cinerea*, el resto de las especies resultaron con densidades iguales o menores de 500 Ind./ha (Figura 11). Pero las diferencias en densidades entre las especies resultaron no ser significativas ( $\chi^2=1$ ,  $P>0.32$ ).

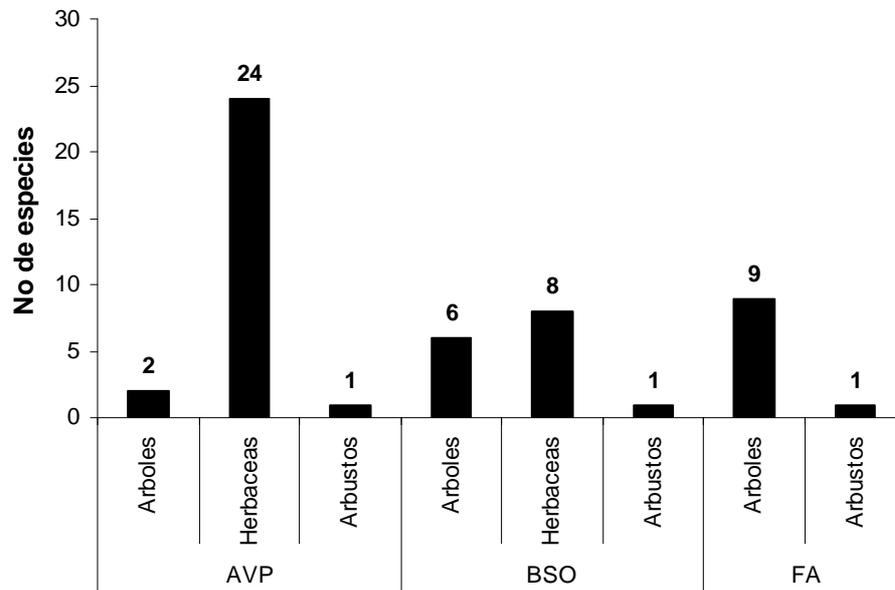


**Figura 11.** Densidades de especies herbáceas en el bosque seco al oeste del aeropuerto Augusto C. Sandino, 2008.

### 4.3 Riqueza de especie

La mayor riqueza de especies arbóreas se registró en la FA donde se determinaron nueve especies, comparadas con las seis determinadas en el BSO y dos en el AVP. Arbustos solamente se determinaron dos especies una en el AVP, una en la FA y una en el BSO. La mayor riqueza de especies herbáceas se determinó en el AVP, donde se registraron 24 especies comparadas con el BSO donde resultaron ocho, en la FA no se contaron especies herbáceas dentro de las unidades de muestreo (Figura 12). Las diferencias entre cantidad de especies entre los tres sitios resultó no ser significativa ( $X^2 = 1.57$ ,  $P > 0.21$ ).

Durante el inventario realizado en los tres sitios se encontraron 24 especies de plantas herbáceas en el AVP, lo que representa una alta riqueza de especies, estas plantas se encuentran compitiendo por espacio, luz y nutrientes y a su vez proporcionan de hábitat, alimento y refugio a la fauna silvestre del área.

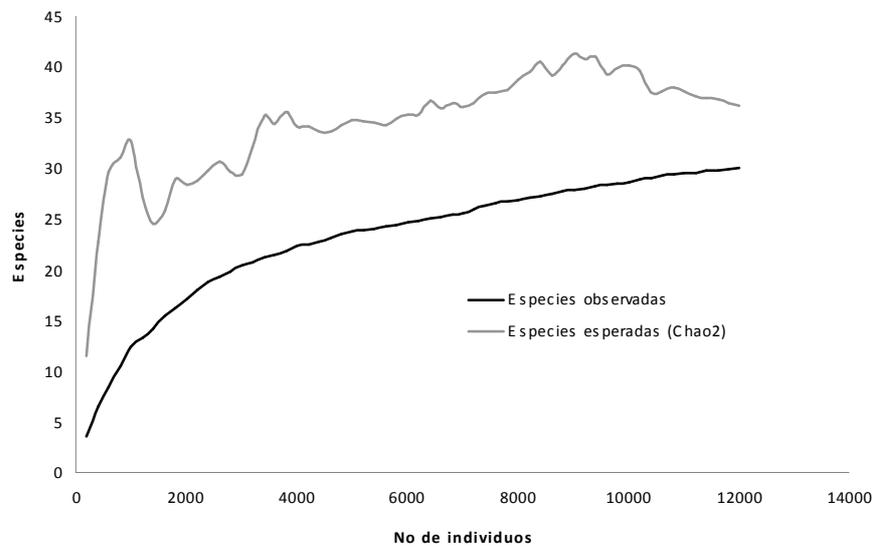


**Figura 12.** Riqueza de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas para los tres sitios de muestreo aeropuerto Augusto C: Sandino, 2008.

Algunos aeropuertos como Boston Logan Airport, el Honolulu Internacional Airport, el San Francisco Internacional Airport, el MCAS Miramar (una propiedad del Cuerpo de Marines estadounidense) y el Hong Kong Internacional Airport, para disminuir considerable el riesgo de accidentes aéreos elevan los estándares de seguridad han utilizado grama sintética llamada Air Fieldturf, el cual es actualmente utilizado para disminuir la presencia de pastos que atraen fauna silvestre como los siguientes aeropuertos (FIDAE, 2006).

#### 4.4 Función de acumulación de especies

La curva de acumulación para las especies herbáceas en general no llegó a su nivel asintótico total lo que indica que hay especies de plantas por determinar, a medida que se continué con el monitoreo de las especies mediante nuevas evaluaciones. Según el estimador de Chao2 hay 6 especies por encontrar (Figura 13).



**Figura 13.** Curva de acumulación para las especies herbáceas relacionada con la curva de especies esperadas según el estimador Chao2 en las áreas verdes del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.

#### 4.5 Diversidad biológica estructural de las especies de árboles, arbustos y hierbas

La diversidad biológica de los árboles según el índice de Shannon-Wiener fue mayor en la FA (1,733), comparada con el BSO (1,145). En cuanto a hierbas la diversidad fue mayor en el AVP (2,058) comparada con el BSO (1,719). En el caso de los árboles del AVP, los arbustos del AVP y BSO no aplico para el cálculo del índice porque solamente están representados por una especie. Para el caso de la FA la presencia de árboles es mayor por ser una plantación que ha sido manejada por la institución aeroportuaria de Managua (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Índice de diversidad biológica de Shannon-Wiener ( $H'$ ), riquezas (S) y abundancias (N) para las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en los sitios seleccionados

	<b>H'</b>			<b>S</b>			<b>N</b>		
	<b>Árboles</b>	<b>Arbustos</b>	<b>Hierbas</b>	<b>Árboles</b>	<b>Arbustos</b>	<b>Hierbas</b>	<b>Árboles</b>	<b>Arbustos</b>	<b>Hierbas</b>
<b>AVP</b>	No aplica	No aplica	2,058	1	1	25	1	2	11426
<b>BSO</b>	1,145	-----	1,719	6	-----	8	31	-----	454
<b>FA</b>	1,733	No aplica		8	1		80	1	

#### 4.6 Estructura de la vegetación

Determinar la altura de la vegetación, más que cualquier otra variable estructural es muy importante ya que es un requerimiento prioritario para el hábitat de las aves principalmente. La altura de la vegetación herbácea provee de nichos y hábitat a las especies no voladoras o algunas voladoras, además del alimento. Los árboles proveen de perchaje a las aves, además de alimento, y entre más altos son los árboles son más atractivos para especies rapaces u otras de alto vuelo. Un hábitat con distintos estratos que difieren por la alturas de los mimos son los sitios más requerido por la fauna silvestre.

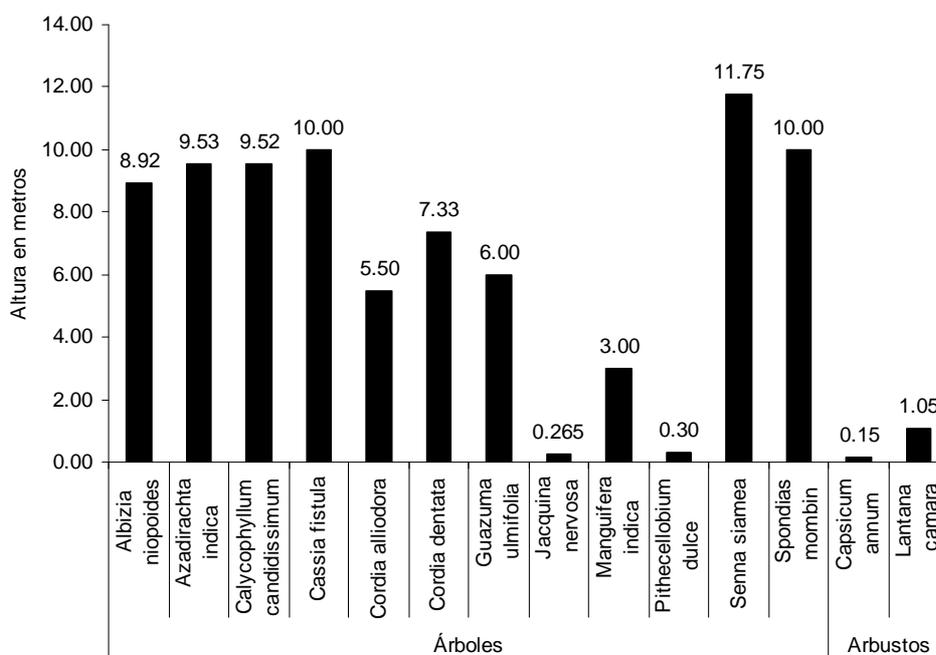
A partir de la variable altura se encontró que las especies arbóreas con mayor promedio de altura fueron: *S. siamaea* (11.75m), *S. mombin* (10), *C. fistula* (10), *A. indica* (9.53), *C. candidissimum* (9.52) y *A. niopoides* (8.92), el resto de las especies poseen promedios de altura menores de 8m. Los arbustos tienen altura menores a un metro (Figura 14). Las diferencias en altura entre las especies resultó no ser significativa ( $X^2= 2.077$ ,  $P>0.15$ ).

*S. siamea* es un árbol que alcanza alturas de 6m a 12m (Herrera y Lanuza, 1995), lo cual es un problema para el aeropuerto debido al aterrizaje de los aviones por ello deben de plantarse especies de árboles que no alcancen grandes alturas ya que en sus copas las aves establecen sus nidos y con el ruido de los aviones alcanzan vuelos y se presentan los riesgos de colisión.

*S. mombin* es un árbol de tamaño pequeño, mediano o grande. Alcanza alturas comprendidas entre 8m y 22m, cuando estos árboles están de cosecha sus copas son visitadas por gran cantidad de aves, murciélagos y otros mamíferos arborícolas que buscan alimento de sus succulentos frutos.

*C. fistula* es un árbol de tamaño pequeño a mediano con alturas comprendidas entre 5m y 15m, esta especie ofrece refugio y alimentación a través del néctar y sus flores a para la fauna silvestre.

*L. camara* (Cuasquito o Cinco negritos) es un arbusto de 2m a 3m de altura, este tipo de especie no se debe tener en el área del BSO por su altura, porque también provee de alimentos a las aves que visitan el aeropuerto.

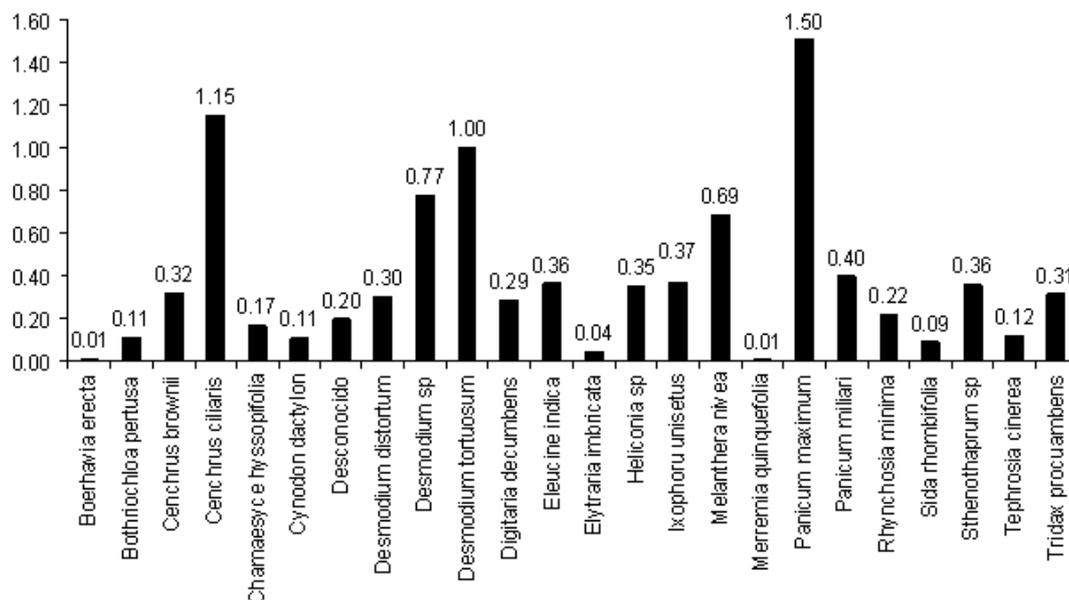


**Figura 14.** Promedio de altura de las especies arbóreas y arbustivas determinadas en las tres áreas de estudio dentro de las áreas verdes del aeropuerto Augusto C. Sandino, 2008.

Las especies herbáceas con mayores promedios de altura resultaron ser: *P. maximum* (1.50m), *L. camara* (1.053), *D. tortuosum* (1), *P. phoetida* (0.84), *Desmodium sp* (0.77) y *M. nivea* (0.69), el resto de las especies tienen alturas menores a los 0.5m. (Figura 15) Las diferencias en altura entre las especies resultaron ser significativas ( $X^2= 13.62$ ,  $P>0.00022$ ).

La especie *P. maximum* es la que presenta mayor altura, esto se debe principalmente a que el área del aeropuerto brinda las condiciones ambientales para su desarrollo y aunque no brinde tales condiciones siempre es una especie que alcanza grandes alturas (por su adaptabilidad a regiones calientes) esta especie crea un corredor y refugio para mamíferos pequeños y medianos por su gran altura (2m) y cobertura al caer sus hojas, las cuales les proveen de hábitat y refugio.

*D. tortuosum* es una planta de 1m a 2m de altura, vive en diversos ambientes, normalmente perturbados y es una especie forrajera de porte arbustivo que se extiende desde los Estados Unidos de América hasta Argentina. Es un excelente alimento para Conejos, los cuales fueron avistados en las áreas verdes cercanas a la pista de aterrizaje.

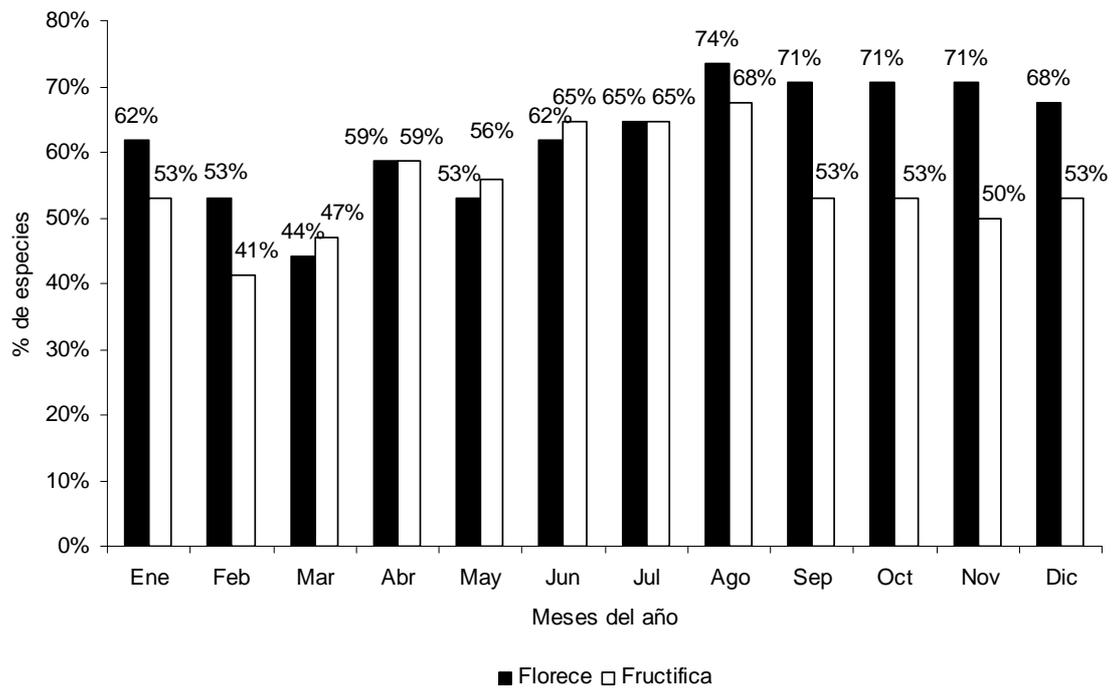


**Figura 15.** Promedio de alturas de las especies herbáceas determinadas en las tres áreas de estudio dentro de las áreas verdes del aeropuerto Augusto C. Sandino, 2008.

#### 4.7 Fenología de la flora de las áreas verdes del aeropuerto

De las 41 especies de árboles, arbustos y herbáceas identificadas en las áreas verdes del aeropuerto, se determinó el período de floración y fructificación de 31 de ellas, mediante observación de campo y revisión bibliográfica. De estas 6 especies *Cordia dentata*, *Boerhavia erecta*, *Chamaesyce hyssopifolia*, *Eleusine indica*, *Melanthera nivea* y *Rhynchosia minima* representan el 19.35% que florecen y fructifican todo el año (Figura 16).

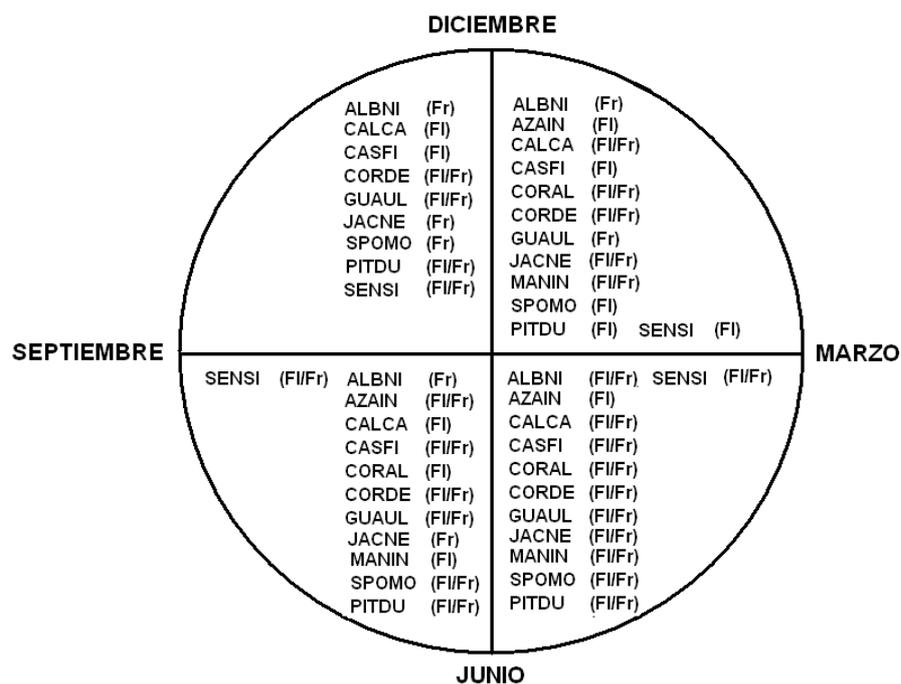
El resto florece y fructifica menos de nueve meses al año, y otros florece los doce meses del año, pero fructifican menos de cinco meses al año, entre estas sobresalen: *Cassia fistula* y *Lantana camara*. Los meses de agosto-noviembre son los meses en que la mayoría de las especies (65%) se encuentran floreciendo. De abril a agosto la mayor parte de las especies (del 52 al 61%) esta produciendo frutos (Figura 16).



**Figura 16.** Porcentaje de especies floreciendo y fructificando a lo largo de los meses del año dentro del área verde del aeropuerto Augusto C. Sandino, 2008.

La distribución de la floración y fructificación en los meses del año para cada especie se encuentra en las Figuras 17 y 18. Para efectos de ilustración, se han dividido los meses del año en cuatro cuadrantes de una circunferencia, en donde cada cuadrante representa tres meses del año iniciando en diciembre-marzo el primer cuadrante, marzo-junio el segundo cuadrante, junio-septiembre el tercer cuadrante y septiembre diciembre el último cuadrante. De las 10 especies de árboles a los cuales se les logró determinar su fenología, el 100% de ellas florece y fructifica desde diciembre hasta septiembre, en el trimestre final del año solamente el 60% florece o fructifica (Figura 17).

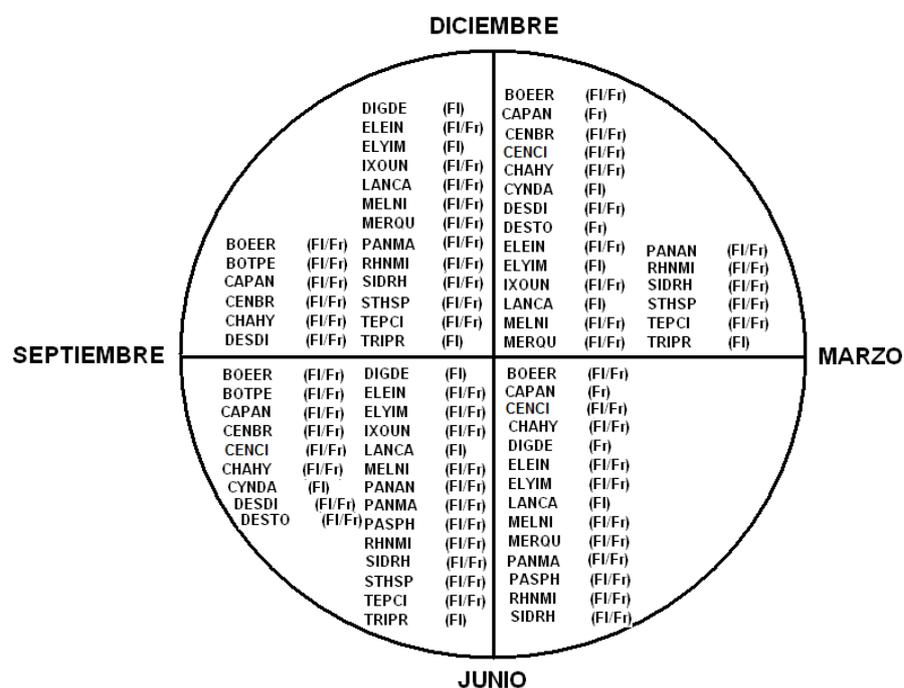
Es útil esta elaboración de listas de plantas preferidas y prohibidas en áreas de aeropuertos así el como conocer sus periodos de floración y fructificación para evitar la atracción y disminuir la presencia de fauna silvestre y de accidentes de aviación en estos sitios.



**Figura 17.** Floración (Fl) y fructificación (Fr) de las especies arbóreas a lo largo del año en las áreas verdes del aeropuerto Augusto C. Sandino, 2008.

A las especies de plantas herbáceas se les determinó su fenología, de estas el 80.95% de las especies florece y fructifica en el período de diciembre-marzo, 52.38% en el período marzo-junio, 95.24% en el período junio-septiembre y 76.19% en el período septiembre-diciembre (Figura 18).

La presencia de frutos en las especies de herbáceas durante todo el año atrae las aves frugívoras Si se mantiene este tipo de vegetación será difícil disminuir la presencia de la fauna durante todo el período.



**Figura 18.** Floración (Fl) y fructificación (Fr) de las especies herbáceas y arbustivas a lo largo del año dentro de las áreas verdes del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.

Para el cuadro 3 se realizó un código específico a cada una de las especies de plantas para las figuras 17 y 18 y luego para ilustrarla con facilidad en la circunferencia y observar su floración y fructificación durante los meses del año.

**Cuadro 3.** Códigos para las especies incluidas en las Figuras 17 y 18

Código	Nombre científico
ALBNI	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart
AZAIN	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss. Mén
BOEER	<i>Boerhavia erecta</i> L.
BOTPE	<i>Bothriochloa pertusa</i> (L.)
CALCA	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl.) DC
CASFI	<i>Cassia fistula</i> L.
CENBR	<i>Cenchrus brownii</i> Roem&Shulti
CENCI	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.
CHAHY	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small
CORAL	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz&Pavon)

CORDE	<i>Cordia dentata</i> Poir.
CYNDA	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) pers. Schldtl.
DESDI	<i>Desmodium distortum</i> (Aubl.) J. F. Macbr.
DESTO	<i>Desmodium tortuosum</i> Sw.DC
DIGDE	<i>Digitaria decumbens</i> Stent.
ELEIN	<i>Eleusine indica</i> (L.)
ELYIM	<i>Elytraria imbricada</i> (vahl.) Pers.
GUAUL	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
IXOUN	<i>Ixophorus unisetus</i> (J.) Pers.
LANCA	<i>Lantana cámara</i> L.
MANIN	<i>Manguifera indica</i> L.
MELNI	<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small.
MERQU	<i>Merremia quinquefolia</i> (L.) Hallier f.
PANMA	<i>Panicum maximum</i> Jacq.
PASPH	<i>Passiflora phoetida</i> Var. <i>Gossypifolia</i> (Desv.) Mast.
PITDU	<i>Pithellobium dulce</i> (Roxb.)
RHNMI	<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC.
SPOMO	<i>Spondias mombin</i> L.
STHSP	<i>Sthenothaprum secundatum</i> (Walter) Kuntze
TEPCI	<i>Tephrosia cinérea</i> (L.) Pers.
TRIPR	<i>Tridax procuambens</i> L. sp

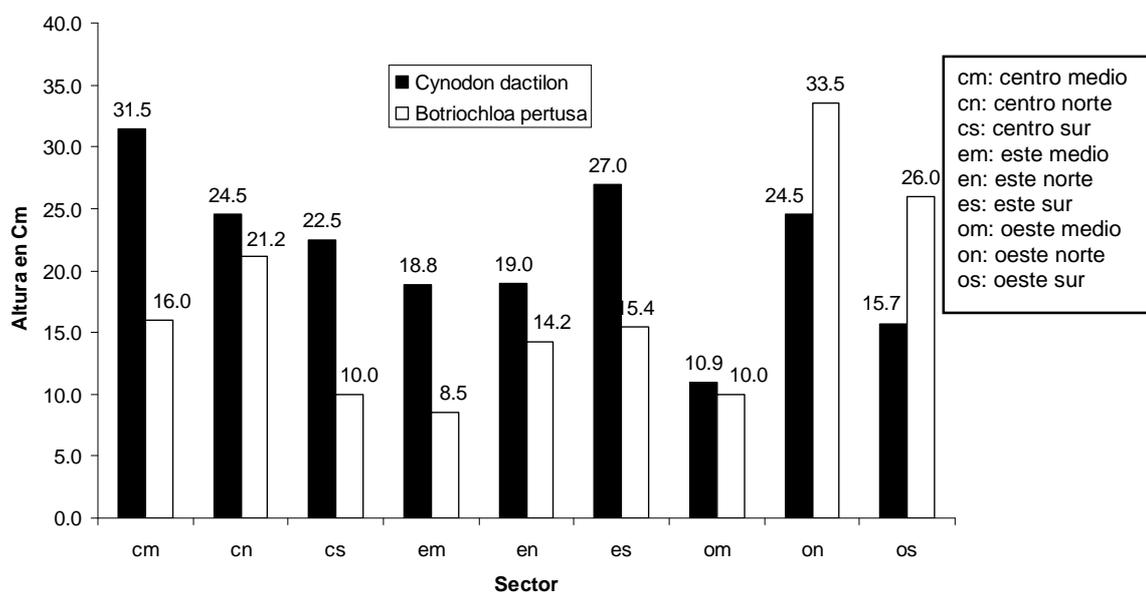
#### 4.8 Adaptación y establecimiento de *Cynodon dactylon* y *Bothriochloa pertusa*

Después de una minuciosa revisión de las estrategias de reproducción y morfología de las especies herbáceas del aeropuerto, se seleccionaron dos especies para ser recomendadas en un futuro plan de recambio de la vegetación en las cercanías a la pista de aterrizaje donde la diversidad vegetal es alta o donde está dominado por especies altas y enmacoyadas. Las características que sobresalieron en esta selección fue: su baja estatura y su propagación agresiva y por medio asexuales. Aunque *C. dactylon* produce semillas, estas son diminutas como se atrayentes a los animales granívoros. Es necesario manifestar que estas no son las únicas especies que presentan estas características, tampoco se asegura que sean 0 % atractiva para la fauna silvestre. El acierto de esta selección tendrá que ser probada con otras investigaciones subsiguientes.

#### 4.8.1 Crecimiento y altura

Las medias de altura de las dos especies difieren significativamente. La especie *C. dactylon* presenta las mayores alturas en siete parcelas de las nueve evaluadas, sobresaliendo en crecimiento las parcelas ubicadas en los sectores: centro medio con 31.5cm y este sur (27cm), esta especie se comporta bien en cualquier condición dentro del área verde dentro del aeropuerto (Figura 19).

La especie *B. pertusa* solo en dos parcelas logró sobresalir por lo que se mantuvo la humedad del suelo y no tiene ningún obstáculo para su desarrollo como es el tránsito de las camionetas de los trabajadores de áreas verdes, siendo estas parcelas: oeste norte (35.5cm) y os (26cm).

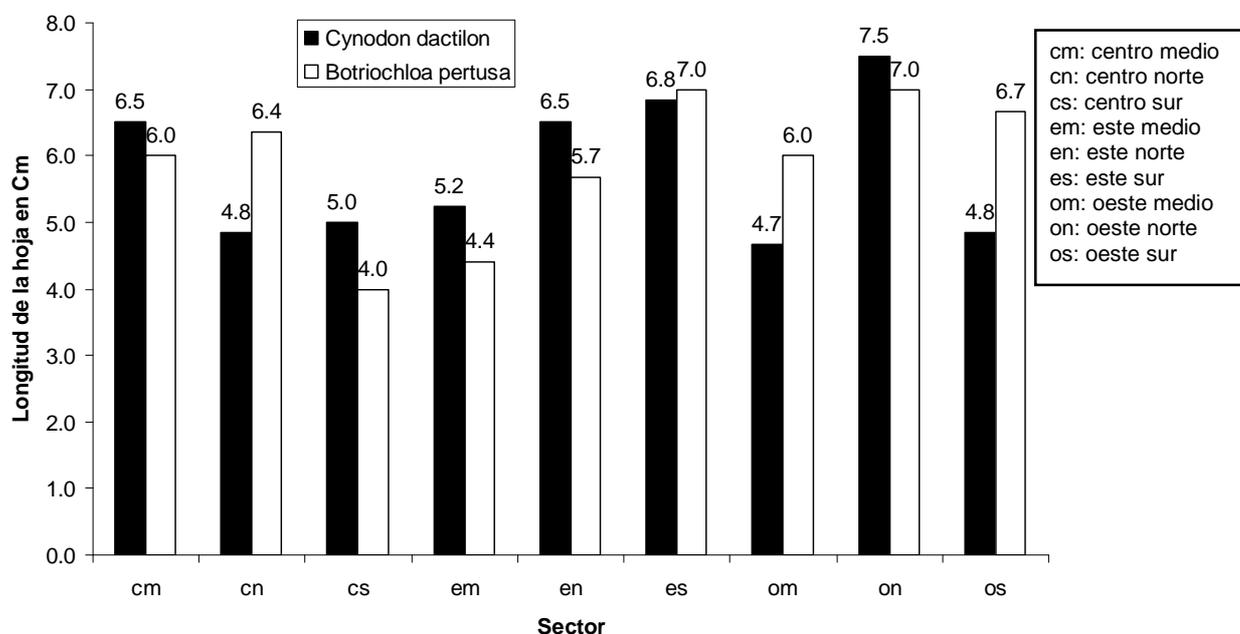


**Figura 19.** Alturas medias de dos especies *Cynodon dactylon* y *Botriochloa pertusa* en el área verde dentro del aeropuerto Augusto C. Sandino, 2008.

#### 4.8.2 Largo de la hoja

La especie *C. dactylon* se desarrolló mejor en cinco parcelas de las nueve evaluadas, aunque estas dos especies tienen la misma forma foliar por lo que las diferencias fueron pequeñas, los sitios donde se obtuvo el mayor largo de hoja fueron: oeste norte (7.5cm), centro medio y centro norte (6.35cm) estos sitios mantuvieron la humedad durante el ensayo. Para la especie

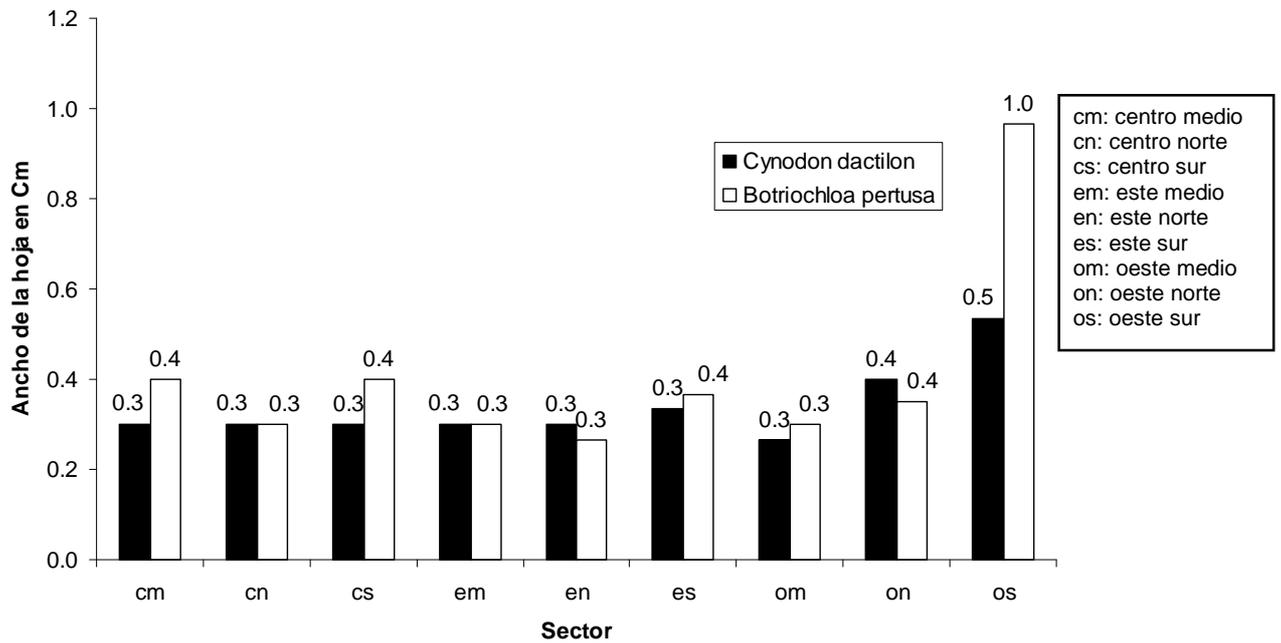
*B. pertusa* fueron: este sur (7cm), oeste sur (6.7cm), este sur (7cm) y centro norte (6.4cm) al igual estos sitios mantuvieron la humedad y sin ser perturbadas por transito de vehículos del personal de áreas verdes (figura 20).



**Figura 20.** Largo de la hoja para la especie *Cynodon dactylon* y *Botriochloa pertusa* para las nueve parcelas en el área verde dentro del aeropuerto Augusto C. Sandino, 2008.

#### 4.8.3 Ancho de la hoja

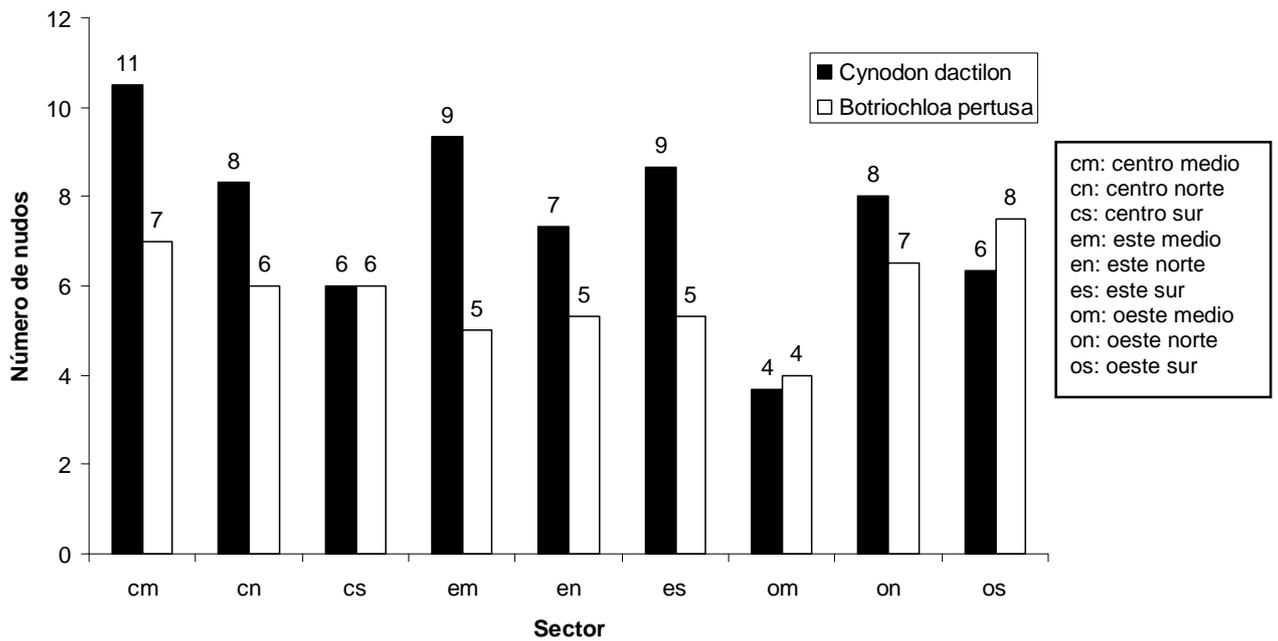
No existen diferencias entre el ancho de las hojas para las dos especies evaluadas ya que presentan la misma característica de crecimiento. En el caso de la especie *B. pertusa* obtuvo un ancho de 1cm en el sector “oeste sur” comparada con *C. dactylon* que obtuvo 0.5cm, este sitio se mantuvo todo el tiempo con humedad, sin transito por lo que es un sitio de difícil acceso y mantiene un pasto alto el cual le daba protección a esta especie (figura 21).



**Figura 21.** Ancho de las hojas para la especie *Cynodon dactylon* y *Bothriochloa pertusa* para las nueve parcelas en el área verde del aeropuerto Augusto C. Sandino, 2008.

#### 4.8.4 Número de nudos

La especie que presentó el mayor número de nudos reproductivos producidos fue *C. dactylon* los mejores sitios fueron: centro medio con 11 nudos, este medio y este sur (9), centro norte y oeste norte (8) por plantas. Mientras más nudo obtenga esta especie mayor será su cobertura, cuando cada nudo toque el suelo esta se reproducirá y creará un colchón denso horizontal el cual cubrirá el área con una mayor rapidez (Figura 22). *B. pertusa* obtuvo menos nudos para su reproducción en contraste con *C. dactylon*.



**Figura 22.** Número de nudos para las especie *Cynodon dactylon* y *Bothriochloa pertusa* para las nueve parcelas en el área verde dentro del aeropuerto Augusto C. Sandino, 2008.

Los resultados indican que la especie que tuvo los mejores valores de las variables de establecimiento fue: *C. dactylon*, principalmente por su rápido crecimiento y su pronta producción de nudos reproductivos, eso incluso antes de presentar la mínima sospecha de producción de semillas.

## V. CONCLUSIONES

En total se contaron 11,998 individuos dentro de las unidades de muestreo, de estos, 115 son árboles los cuales están agrupados en 11 especies, 10 generos, 8 familias y 4 ordenes, tres son arbustos agrupados en dos especies, dos generos, dos familias y dos ordenes y 11880 individuos de especies herbáceas agrupados en 28 especies incluyendo una desconocida, contenida en 23 géneros, 14 familias y 13 ordenes.

En cuanto a las especies arbóreas 83 individuos y 9 especies en la FA, arbustivas 29 individuos e iguales especies para los tres sitios. Para las especies herbáceas las mayores riquezas y densidades se encuentran en el AVP dentro de las unidades de muestreo.

Las especies de árboles y arbustos identificadas como atractivas por brindar refugio, alimento y hábitat resultaron ser: *Spondias mombin*, *Mangifera indica*, *Cordia dentata*, *Cordia alliodora*, *Cassia fistula*, *Senna siamea*, *Azadirachta indica*, *Callycophyllum candidissimum*, *Guazuma ulmifolia* y *Senna siamea*.

Las especies de herbáceas identificadas como atractivas por brindar refugio, alimento y hábitat fueron: *Chamaesyce hyssopifolia*, *Passiflora phoetida*, *Eleusine indica*, *Ixophorus unisetus*, *Panicum maximum*, *Tridax procumbens* y *Tríbulus terrestris*.

De las 41 especies de árboles, arbustos y herbáceas, se determinó el período de floración y fructificación de 31 de ellas. De estas 6 (19.35%) florecen y fructifican todo el año, entre estas: *Cordia dentata*, *Boerhavia erecta*, *Chamaesyce hyssopifolia*, *Eleusine indica*, *Melanthera nivea* y *Rhynchosia minima*.

*C. dactylon* y *B. pertusa* son especies recomendadas para ser establecidas dentro del aeropuerto, de éstas la primera es la que se establece más rápido y vigorosamente, principalmente en los sectores centro medio, este medio, este sur, centro norte y oeste norte.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Continuar con el monitoreo y censo de las especies vegetales dentro del área verde del aeropuerto.

Elaborar nuevos ensayos que verifiquen que *Cynodon dactylon* y *Bothriochloa pertusa* son especies con un potencial comprobado como para ser usadas en planes de recambio vegetal con el fin de reducir la presencia de fauna de riesgo directo o indirecto para la aviación.

## VII. LITERATURA CITADA

Bueso, R. 1997. Establecimiento y manejo de regeneración natural, EMAPIF. Yanaranguila, La Esperanza, Honduras. 74p.

Cleary, E.; Dolbeer, R. 2005. Manejo del riesgo por fauna silvestre en aeropuertos. Manual para personal aeroportuario, segunda edición marzo del 2005. Washintong Estados Unidos 384 p.

Colwell, R. K.; Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through exploration. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Serie B* 345:101-118 p.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1981. Manual para la Evaluación Agronómica., Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Editor técnico: José M. Toledo, Cali, Colombia. 170 p.

EAAI (Empresa Administradora de Aeropuertos Internacionales), 2006. Aeropuerto Internacional de Managua, Historia – Antecedentes; Creación de la Empresa Administradora de Aeropuertos Internacionales (EAAI) Ampliación Remodelación y Reforzamiento Estructural de la Terminal Internacional de Pasajeros del Aeropuerto Internacional de Managua – Facilidades. Managua, NI. 27 p.

FIDAE. 2006. Riesgo aviario en los aeropuertos (en línea). Chile. Consultado el 23 de abr. del 2010. Disponible: [http://www.chile.com/tpl/articulo/detalle/masnotas.tpl?cod\\_articulo=75643](http://www.chile.com/tpl/articulo/detalle/masnotas.tpl?cod_articulo=75643)

Gómez, C. A. A.; Rico R. L. E. 2006. Efecto de tres tratamientos silviculturales sobre la composición florística y la estructura horizontal del bosque seco secundario latifoliado en la microcuenca las marías, Telica, León. UNA Managua, Nicaragua. 68p.

Herrera, Z.; Lanuza, B. 1995. Espécies para reforestación en Nicaragua. Ministerio de recursos naturales (MARENA) Managua, Nicaragua. 185 p.

INETER. (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2008. Fotografía aérea 2952-2-4, Escala 1:25000 2204.

Krebs, Ch. 1985. Ecología de la distribución y la abundancia. 2da edición. México D.F., México. 753p.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir biodiversidad. Centro de investigación, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Edición CYTED. Pachuca, Hidalgo, México. 83p.

Muñoz, P.; Martínez, A 2009. Análisis del riesgo de impactos entre aves y aeronaves en el aeropuerto internacional Augusto c. Sandino Managua, Nicaragua. Tesis Ing. RRNN. UNA. 85p.

Pérez, A. M. 2004. Aspectos conceptuales, análisis numérico, monitoreo y publicación de datos sobre biodiversidad. 1ed. MARENA-ARAUCARIA. Managua, Nicaragua. p. 74-75.

Shannon, C.E.; W. Weaver, 1949. The mathematical theory of communications. University of Illinois, Urbana, Illinois.

Salas, J.B. 1993. Árboles de Nicaragua. Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente, IRENA. Managua, Nicaragua.390p.

Stevens, W. Ulloa, C. Pool, A.; Montiel, O. 2001. Flora de Nicaragua Missouri Botanical Garden. U.S.A e.d. tomo I, II y III.2556p.

# **ANEXOS**





### ANEXO 3. Especies vegetales encontradas atractivas para las aves

Forma de vida	Familia	Nombres científicos	Nombre común	Densidad ind/ha			Atractivo para las aves	Florece	Fructifica
				AVP	BSO	FA			
Árbol	Anacardiaceae	<i>Manguifera indica</i>	Mango			17	Frutos y refugio	nov-may	ene-may
		<i>Spondias mombin</i>	Jocote jobo		78		Frutos	ene-may	may-oct
	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Muñeco		11	50	Refugio	dic-abr	dic-abr
		<i>Cordia dentata</i>	Tigüilote	100		33	Flores, Frutos y Refugio	ene-dic	ene-dic
	Caesalpinaceae	<i>Cassia fistula</i>	Caña fistola			133	Flores y Refugio	ene-dic	abr-ago
		<i>Senna siamea</i>	Acacia amarilla		11	250	Flores y Refugio	may-feb	mar-oct
	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacino de ternero		11		Flores y Refugio	abr-oct	nov-jun
	Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Nen		22	267	Refugio	feb-may	jun-ago
	Mimosaceae	<i>Albizia niopoides</i>	Guanacaste blanco		211	133	Flores y Refugio	abr	nov-jun
		<i>Pithecellobium dulce</i>	Michigüiste			50		ago-abr	abr-sep
	Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Madroño			450	Flores y Refugio	sep-may	ene-abr
	Theophrastaceae	<i>Jacquinia nervosa</i>	Conjiniquil	67			Frutos	ene-may	may-mar
Arbusto	Solanaceae	<i>Capsicum annum</i>	Chile			400		jun-dic	ene-dic
	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cuasquito	1200	2320		Flores y frutos	ene-dic	oct
Herbácea/ semiláseas	Acantaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	Talcacao	38846			Flores	ago-feb	mar-ago
	Asclepadaceae	<i>Asclepia sp</i>		64			Desconocido		
	Asteraceae	<i>Melanthera nivea</i>	Totalquelite		15443			ene-dic	ene-dic
		<i>Tridax procumbens</i>		11218			Flores	jun-dic	jun-dic
	Convulvulaceae	<i>Merremia quinquefolia</i>		1218				nov-abr	nov-abr
	Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>		128			Frutos	ene-dic	ene-dic
	Fabaceae	<i>Desmodium distortum</i>		6410			Flores	jul-ene	jul-ene
		<i>Desmodium sp</i>		321	10000		Flores		
		<i>Desmodium tortuosum</i>			506		Flores	ago	ago
		<i>Rhynchosia minima</i>		17308			Flores	ene-dic	ene-dic
		<i>Tephrosia cinérea</i>		9936	2500		Flores	jun-feb	

Forma de vida	Familia	Nombres científicos	Nombre común	Densidad ind/ha			Atractivo para las aves	Florece	Fructifica
				AVP	BSO	FA			
	Heliconiaceae	<i>Heliconia sp</i>			506		Desconocido		
	Malvaceae	<i>Desconocido</i>	Desconocido	64			Desconocido		
		<i>Sida rhombifolia</i>	Escoba	13718				ene-dic	ene-dic
	Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i>		128				ene-dic	ene-dic
	Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Catapanza	1090	380		Flores y Frutos	abr-jun	abr-jun
	Poaceae	<i>Bothriochloa pertusa</i>		51282				jun-nov	jun-nov
		<i>Cenchrus brownii</i>	Mozote	256282				jul-ene	jul-ene
		<i>Cenchrus ciliaris</i>	Pasto Buffel	19487	16456			ene-jul	ene-jul
		<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto bermuda	141538				jun	
		<i>Digitaria decumbens</i>	Pangola	106795				jun-nov	may
		<i>Eleusine indica</i>	Pata de gallina	3590			Frutos	ene-dic	ene-dic
		<i>Ixophorus unisetus</i>		13333			Frutos	jun-dic	jun-dic
		<i>Panicum máximum</i>	Guinea	30192	7875		Frutos y refugio	abr-dic	abr-dic
		<i>Panicum antidotale</i>	Panizo azul	3974			Frutos y refugio	ene, jul y ago	ene, jul y ago
		<i>Sthenothaprum sp</i>		4872			Desconocido		

**ANEXO 4. Taxonomía de las especies vegetales presentes dentro de las áreas verdes del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino.**

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Nombres científicos</b>
Asterales	Asteraceae	<i>Tridax</i>	<i>Tridax procumbens</i> L. sp
	Nyctaginaceae	<i>Boerhavia</i>	<i>Boerhavia erecta</i> L.
Ericales	Theophrastaceae	<i>Jacquinia</i>	<i>Jacquinia aurantiaca</i>
Fabales	Caesalpinaceae	<i>Acacia</i>	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S
	Fabaceae	<i>Cassia</i>	<i>Cassia fistula</i> L
	Fabaceae	<i>Desmodium</i>	<i>Desmodium sp</i>
			<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq) DC
		<i>Pithecellobium</i>	<i>Pithecellobium dulce</i> (Robx.)
		<i>Rhynchosia</i>	<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC
		<i>Tephrosia</i>	<i>Tephrosia cinerea</i> (L.) Pers.
	Mimosaceae	<i>Enterolobium</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq) Grises.
Gentianales	Asclepadaceae	<i>Asclepia</i>	<i>Asclepia</i> L.
	Rubiaceae	<i>Calycophyllum</i>	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl.) DC
	Asteraceae	<i>Melanthera</i>	<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small.
	Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz&Pavon)
			<i>Cordia dentata</i> Poir.
	Verbenaceae	<i>Lantana</i>	<i>Lantana camara</i> L.
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce</i>	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small.
Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
		<i>Sida</i>	<i>Sida rhombifolia</i> L.
Poales	Poaceae	<i>Bothriochloa</i>	<i>Bothriochloa pertusa</i> (L.)
		<i>Cenchrus</i>	<i>Cenchrus brownii</i> Roem&Shulti
	Poaceae	<i>Cynodon</i>	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. Shulti
		<i>Digitaria</i>	<i>Digitaria decumbens</i> Stent
		<i>Eleusine</i>	<i>Eleusine indica</i> (L.)
	Poaceae	<i>Ixophorus</i>	<i>Ixophorus unisetus</i> (J.) Pers.
	Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>Panicum maximum</i> Jacq.
			<i>Panicum miliari</i>
		<i>Sthenothaprun</i>	<i>Sthenothaprun sp</i>
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Mangifera</i>	<i>Mangifera indica</i> L.
		<i>Spondias</i>	<i>Spondias mombin</i> L.
	Meliaceae	<i>Azadirachta</i>	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss. Mén
Scrophulariales	Acantaceae	<i>Elytraria</i>	<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.
	Convulvulaceae	<i>Merremia</i>	<i>Merremia quinquefolia</i> (L.) Hallier f.
	Solanaceae	<i>Capsicum</i>	<i>Capsicum annum</i> L.
Violales	Passifloraceae	<i>Passiflora</i>	<i>Passiflora phoetida</i> Var. <i>Gossypifolia</i> (Desv.) Mast
Zygophyllaceae	Zygophillaceae	<i>Tribulus</i>	<i>Tribulus terrestris</i> L.

**ANEXO 5. Vegetación del área verde de la pista dentro del aeropuerto Augusto C. Sandino 2008.**

