

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**



**EFFECTO DE LOS BIOSÓLIDOS MUNICIPALES EN LOS ATRIBUTOS  
EDÁFICOS Y LAS SINUSIAS DE HIERBAS Y ZACATES DE DOS  
COMUNIDADES VEGETALES DE DOS TIPOS DE SUELO (SEDIMENTARIO E  
ÍGNEO) EN EL ALTIPLANO POTOSINO.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA MODALIDAD DE  
TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**P R E S E N T A**

**BEATRIZ ZAMBRANO MONROY**

**Las Agujas, Zapopan, Jal., Enero de 2010.**

Dra. Georgina Adriana Quiroz Rocha  
 Presidente del Comité de Titulación.  
 Licenciatura en Biología.  
 CUCBA.  
 Presente

Nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad TESIS E INFORMES, opción TESIS con el título: **"Efecto de los biosólidos municipales en los atributos edáficos y las sinusias de hierbas y zacates de dos comunidades vegetales de dos tipos de suelo (sedimentario e ígneo) en el Altiplano Potosino"** que realizó la pasante Beatriz Zambrano Monroy, con número de código B03000613, consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión.

Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

Atentamente  
 Guadalajara, Jalisco., 19 de enero de 2010.

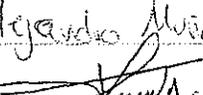


Dr. José Luis Flores Flores  
 Director del trabajo,



Dr. Fco. Martín Huerta Martínez  
 Asesor



Nombre completo de los Sinodales asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobado	Fecha de aprobación
MC. Patricia Zarazúa Villaseñor		19/Ene/2010
M.C. Sergio Contreras R		19/01/10.
Alejandro Muñoz Urcas	Alejandro Muñoz Urcas	19/01/10
Supl. Dr. Fco. Martín Huerta Martínez		19/01/10





Universidad de Guadalajara  
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y  
Agropecuarias

*Coordinación de carrera de Licenciado en Biología*

C. Beatriz Zambrano Monroy  
PRESENTE

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de: **TESIS E INFORMES** opción **TESIS** con el título: **“Efecto de los biosólidos municipales en los atributos edáficos y las sinusias de hierbas y zacates de dos comunidades vegetales de dos tipos de suelo (sedimentario e ígneo) en el Altiplano Potosino”** para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo el **Dr. José Luis Flores Flores** y asesor a: **Dr. Fco. Martín Huerta Martínez**.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
“PIENSA Y TRABAJA”,  
“2009, Año del Bicentenario de Charles Darwin”  
Las Agujas, Zapopan, Jal., 24 de junio de 2009.

  
DRA. GEORGINA ADRIANA QUIROZ ROCHA  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

  
BIOL. MARGARITO MORA NÚÑEZ  
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

El trabajo que se presenta a continuación fue realizado en el Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (IIZD), perteneciente a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), y forma parte del Proyecto “Evaluación de biosólidos municipales como mejoradores de suelos en el Altiplano Potosino” FOSEMARNAT-2004-001-406. 2006 -2008. CONACYT. México.

## **Agradecimientos**

Al Dr. José Luis Flores Flores por su enseñanza, dirección y paciencia.

Al Dr. Felipe Alatraste Mondragón por el enlace con este proyecto.

A mis profesores por compartir sus experiencias y conocimiento.

A mis compañeros de carrera Vlad, Luneta, Bere, Vic, Manuel, Felipe, Santana, Gera, Cathy, Gehenna, Nancy, Osvaldo, Uriel y otros tantos más, por el apoyo, paciencia y amistad.

## **Dedicatoria**

A mis señores padres.

A mi hermano.

## Índice

1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
3. Marco teórico y planteamiento del problema	12
4. Justificación	18
5. Hipótesis	19
6. Objetivos	20
6.1 Objetivo general	
6.2 Objetivos específicos	
7. Descripción de la zona de estudio	21
7.1 Tipos de vegetación	22
7.2 Descripción de especies de importancia forrajera presentes en el sitio de estudio	27
8. Materiales y métodos	35
9. Resultados y discusión	39
9.1 Suelo desnudo, pastos perennes y herbáceas	39
9.1.1 Sustrato ígneo	39
9.1.2 Sustrato calcáreo	43
9.2 Carbono total	47
9.2.1 Sustrato ígneo	47
9.2.2 Sustrato calcáreo	47
9.3 Nitrógeno total	48
9.3.1 Sustrato ígneo	48
9.3.2 Sustrato calcáreo	48
9.4 Nitratos	49
9.4.1 Sustrato ígneo	49
9.4.2 Sustrato calcáreo	49
9.5 Relación C/N	50
9.6 Fosfatos	51
9.6.1 Sustrato ígneo	51
9.6.2 Sustrato calcáreo	52
9.7 Contenido de materia orgánica	52
9.8 Infiltración	53
9.8.1 Sustrato ígneo	53
9.8.2 Sustrato calcáreo	53
9.9 Densidad aparente	54
9.9.1 Sustrato ígneo	54
9.9.2 Sustrato calcáreo	55

9.10 Resistencia a la penetración	55
9.10.1 Sustrato ígneo	55
9.10.2 Sustrato calcáreo	56
9.11 Profundidad	57
9.11.1 Sustrato ígneo	57
9.11.2 Sustrato calcáreo	57
9.12 Precipitación pluvial	58
10. Conclusiones	60
11. Literatura citada	61
12. Anexo	66

## Índice de tablas

• <b>Tabla 1.</b> Rangos de velocidad de infiltración de agua en el suelo (Steubing <i>et al.</i> 2002).	7
• <b>Tabla 2.</b> Niveles críticos para fósforo, según Olsen (1954).	10
• <b>Tabla 3.</b> Límites máximos permisibles para patógenos y parásitos en lodos y biosólidos. (NOM-004-SEMARNAT-2002).	12
• <b>Tabla 4.</b> Aprovechamiento de biosólidos. (NOM-004-SEMARNAT-2002).	13
• <b>Tabla 5.</b> Relación tipo de ganado – UA. (COTECOCA, 1974)	15
• <b>Tabla 6.</b> Parámetros de clasificación de agostaderos. (Villarreal y Martínez, 200?- COTECOCA; 1974).	16
• <b>Tabla 7.</b> Coeficiente de agostadero de acuerdo a la condición del sitio (en base a la vegetación nativa) (COTECOCA, 1974).	24
• <b>Tabla 8.</b> Coeficiente de agostadero de acuerdo a la condición del sitio (en base a la vegetación nativa) (COTECOCA, 1974).	25
• <b>Tabla 9.</b> Listado de especies registradas en el sitio de estudio, de acuerdo al grupo funcional y sustrato.	26
• <b>Tabla 10.</b> Claves para la descripción de las dosis aplicadas de biosólidos y fechas de aplicación.	36
• <b>Tabla 11.</b> Resultados de análisis de muestras en determinación de organismos coliformes fecales y <i>Salmonella</i> spp. en muestras de biosólidos aplicados en el sitio de estudio	39

## Índice de figuras

- **Figura 1.** Clasificación de densidad aparente.  
(FAO, 2006; de acuerdo a Ad-hoc-AG-Baden, 2005) 9
- **Figura 2.** Localización del área de estudio en el  
Edo. de San Luis Potosí. 21
- **Figura 3.** Formaciones vegetales identificadas para  
el Mpio. de Aqualulco, S.L.P. (COTECOCA,1974) 22
- **Figura 4.** Localización de las parcelas experimentales  
en cada uno de los sustratos (calcáreo e ígneo)  
en la localidad de Ipiña, SL.P. 35
- **Figura 5.** Gráfico de rango medio, medias de suelo  
desnudo ( $\text{cm}^2$ ) y su error estándar asociado a las  
dosis de biosólidos aplicados en sustrato ígneo. 39
- **Figura 6.** Gráfica de caja y bigotes para la respuesta  
de “suelo desnudo” de acuerdo a las dosis  
aplicadas y las fechas observadas en sustrato ígneo. 40
- **Figura 7.** Gráfica de caja y bigotes para la respuesta  
de “herbáceas” de acuerdo a dosis y fecha para  
sustrato ígneo. 41
- **Figura 8.** Gráfica de caja y bigotes para la respuesta  
de “pastos perennes” de acuerdo a dosis y fecha para  
sustrato ígneo. 42
- **Figura 9.** Gráfico de rango medio, medias de suelo  
desnudo ( $\text{cm}^2$ ) y su error estándar asociado a las  
dosis de biosólidos aplicados en sustrato calcáreo. 43
- **Figura 10.** Gráfica de caja y bigotes para la respuesta  
de “suelo desnudo” de acuerdo a las dosis  
aplicadas y las fechas observadas en sustrato calcáreo. 44
- **Figura 11.** Gráfica de caja y bigotes para la respuesta  
de “herbáceas” de acuerdo a dosis y fecha para  
sustrato calcáreo. 45
- **Figura 12.** Gráfica de caja y bigotes para la respuesta  
de “pastos perennes” de acuerdo a dosis y fecha para  
sustrato calcáreo. 46
- **Figura 13.** Gráfico de rango medio, medias de infiltración  
(ml/s) y su error estándar asociado a las dosis de biosólidos  
aplicados en sustrato ígneo. 53
- **Figura 14.** Gráfico de rango medio, medias de infiltración

## Índice de cuadros

- **Cuadro 1.** Concentración de Carbono total en sustrato ígneo. (%). 47
- **Cuadro 2.** Concentración de Carbono total en sustrato calcáreo. (%). 48
- **Cuadro 3.** Concentración de Nitrógeno en sustrato ígneo. (%). 48
- **Cuadro 4.** Concentración de Nitrógeno en sustrato calcáreo. (%). 49
- **Cuadro 5.** Concentración de Nitratos en sustrato ígneo. (ppm). 49
- **Cuadro 6.** Concentración de Nitratos en sustrato calcáreo. (ppm). 50
- **Cuadro 7.** Relación Carbono/Nitrógeno correspondiente a cada dosis aplicada por sustrato. 51
- **Cuadro 8.** Fósforo extraíble en sustrato ígneo. (ppm). 51
- **Cuadro 9.** Fósforo extraíble en sustrato calcáreo. (ppm). 52
- **Cuadro 10.** Concentración de materia orgánica (MO) en ambos sustratos. (%) 52

## Resumen

El deterioro de las zonas áridas y semiáridas del país se hace cada vez mayor, con lo cual se ve mermada la calidad y la producción de los forrajes, la cobertura vegetal y la fertilidad de los suelos, forzando así la expansión de las zonas de pastoreo a otros tipos de vegetación. Los biosólidos, sub-producto del tratamiento de aguas residuales, son una alternativa práctica para mejorar las condiciones del suelo. El uso de estos en dosis moderadas se ha evaluado en diversos países mostrando efectos benéficos en las propiedades del suelo y de la vegetación, sin presentar efectos adversos, además de ser una alternativa al uso de fertilizantes, que generalmente requieren de una alta inversión y provocan resultados no deseados en el ganado.

## 1. Introducción

El territorio mexicano es semidesértico en alrededor de 95 millones de hectáreas, es decir casi un 50% de su extensión total (Jaramillo, 1994). Se caracteriza por tener precipitaciones que oscilan entre 150 y 600 mm de lluvia anual y temperaturas promedio entre 15 y 25°C. El tipo de vegetación en ellos es de pastizales y matorrales por lo que el uso del suelo predominante es el de producción animal en agostaderos extensivos, generalmente en propiedad comunal en el régimen de ejidos. El pastoreo ahí se basa principalmente en especies de gramíneas nativas de los géneros *Bouteloua*, *Eragrostis*, *Aristida*, *Buchloë* e *Hilaria*; se ha introducido con fines de mejoramiento de agostaderos en muchos casos especies africanas como *Cenchrus ciliaris*, *Panicum coloratum* y varias especies del género *Eragrostis*. Es común una fase arbustiva en los agostaderos, generalmente atribuida a la expansión de especies leñosas y suculentas debido al sobrepastoreo. En esta fase son comunes *Larrea tridentata*, *Flouencia cernua*, *Opuntia* spp., *Mimosa* spp., *Berberis* spp., *Yucca* spp., *Celtis* spp., *Acacia* spp., *Prosopis* spp., entre otras especies. Esto conduce a que gradualmente exista menor forraje disponible para la alimentación del ganado que depende de los pastos, no tanto de los arbustos o cactáceas. Es decir, el deterioro conduce a que gradualmente el terreno sea menos capaz para sostener ganado y ante carga animal constante se tiene un mayor deterioro. El deterioro del suelo está vinculado al de la vegetación. Con el exceso de carga animal en los agostaderos, el suelo de la fase de pastizal se compacta gradualmente y se pierde con el escurrimiento al estar mas expuesto al golpeteo de las gotas de lluvia y ser menos apto para permitir la entrada de agua. Viene la erosión laminar, que conduce a la pérdida del horizonte superficial mas rico en materia orgánica y origen del ciclaje de nutrientes. La fase arbustiva sigue una dinámica distinta. Debajo de los doseles de los arbustos se acumulan recursos y forman lo que se ha denominado "islas de fertilidad" (García-Moya y McKell, 1970; Schlesinger y Pilmanis, 1998, entre otros). Una vez iniciado este proceso de concentración de recursos (incluyendo la acumulación de partículas de suelo) debajo de los doseles de los arbustos, es difícil de revertir el proceso ya que se inicia un proceso de retroalimentación positiva. En este punto cobra relevancia toda práctica dirigida a recuperar los niveles de materia orgánica y nutrientes en los espacios entre los arbustos donde predominan pastos, hierbas y suelo desnudo. Aquí es donde cobra relevancia la aplicación de materia orgánica o

fertilizantes en la fase de pastizal para iniciar un proceso de recuperación de la cubierta de la sinusia de hierbas y pastos para remediar este deterioro.

Los biosólidos, subproducto del tratamiento de aguas residuales, pueden ser una alternativa práctica para mejorar las condiciones del suelo y consecuentemente la vegetación que sobre ellos crece. Su uso en dosis moderadas se ha evaluado en diversos países mostrando efectos benéficos en las propiedades del suelo y atributos de la vegetación, sin presentar efectos adversos. Es además una alternativa al uso de fertilizantes químicos, que generalmente requieren de una inversión mayor y no contienen materia orgánica.

## 2. Antecedentes

La aplicación de biosólidos en los suelos no es nueva, ya que es una práctica establecida y aceptada en muchos países del mundo. De acuerdo a Pepper (*et al.*2006) se ha practicado en Estados Unidos y Europa desde hace 160 años aproximadamente como parte del desarrollo del tratamiento moderno de las aguas residuales. Con ello se obtiene un beneficio en las propiedades físico-químicas del suelo y se puede tener la disposición aceptable de estos residuos urbanos. Durante la década de 1850, se establecieron “granjas de aguas residuales” en Gran Bretaña para verter las aguas residuales no tratadas. Para 1875, cerca de 50 plantas de tratamiento en Inglaterra, así como en otras ciudades de Europa, consideraban a los subproductos de éstas para hacer aplicaciones al suelo. En los Estados Unidos las plantas de tratamiento de aguas residuales se establecieron alrededor del año 1900. En ese tiempo se introdujo la sedimentación primaria y el tratamiento biológico secundario, como una forma rudimentaria de tratamiento de aguas residuales. Se originó con ello la obtención de un residuo sólido y se inició la aplicación de “lodos” a los suelos. Es importante resaltar que previo al tratamiento moderno de aguas residuales mediante lodos activados, los “lodos” en sí no existían. Un ejemplo, los lodos municipales en Ohio fueron usados como fertilizantes en 1907. Desde principios de la década de los 70's, se ha dado mayor énfasis a la aplicación de lodos en terrenos agrícolas para cultivos de granos. Pesinova (2008) menciona que en los estados de California y Arizona, se utiliza en tierras agrícolas entre el 52 y 86% de los biosólidos producidos. En la Comunidad Europea, más de una tercera parte de los biosólidos producidos es reciclada en la agricultura. En México, las investigaciones reportan beneficios como fertilizante en cultivos, por ejemplo en cultivos de maíz (Barrios, 2006), coliflor y en pastizales (Jurado *et al.*, 2004) y alfalfa (Pesinova, 2008). Muchos estudios, tanto en Estados Unidos como en Europa, se han llevado a cabo para investigar los beneficios potenciales y riesgos de la aplicación de los biosólidos.

Los países desarrollados tratan la mayoría de sus aguas residuales mediante procesos de lodos activados, que dan por resultado la producción de volúmenes altos de biosólidos. La aplicación de biosólidos en suelos ha sido la manera más económica y benéfica de disponer los biosólidos. La U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (citado en Vélez, 2007) concluyó que reciclar los biosólidos a la tierra era una solución ambientalmente responsable, cuando se usan de acuerdo con la regla de la Parte 503; basándose en rigurosos métodos científicos que han demostrado los beneficios de dicho reciclamiento.

Los biosólidos que resultan del tratamiento de aguas residuales municipales tienen un alto contenido de materia orgánica y nutrientes por lo que, cuando son de cierta calidad o tratados y aplicados correctamente en tierras de cultivo, pueden mejorar la productividad de los suelos o propiciar la restauración de la vegetación de ecosistemas naturales degradados con disturbios. Sin embargo, a pesar de los beneficios documentados de la aplicación en suelos, hay riesgos potenciales, que generan una reacción renuente de la sociedad a este uso, como lo son el contenido de organismos patógenos y de metales pesados (NOM-004-SEMARNAT-2002), la inhalación del aire que puede contener partículas contaminantes presentes en los biosólidos, contaminación de los mantos acuíferos (EPA, 1995). Por lo tanto, para su aprovechamiento, los biosólidos deben ser declarados “no peligrosos” para el ambiente en base al análisis CRETIB (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico-infeccioso) de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) de la SEMARNAT, además de cubrir los requerimientos de límites máximos permisibles de contaminantes establecidos por la normatividad correspondiente (NOM-004-SEMARNAT-2002).

Otra posible razón para este aprovechamiento es la distancia del lugar de producción al de aplicación, lo cual incide en el costo. Por ello es muy importante una buena respuesta para compensar este inconveniente económico

La cobertura y uso del suelo son dos de los elementos que mejor evidencian la transformación de los ecosistemas terrestres por la acción humana a través del tiempo. La cobertura del terreno se define como la expresión integral de la interacción entre los factores bióticos y abióticos sobre un espacio determinado, es decir, es el resultado de la asociación espacio-temporal de los elementos vegetales característicos, los cuales conforman unidades estructurales y funcionales (Placido *et al.*, 2007). El uso del terreno es el arreglo espacial de las actividades productivas del ser humano en torno al suelo y/o su cobertura vegetal. Con esto se obtiene lo necesario para la supervivencia de la humanidad. Morales (1991, citado en CONAZA, 1994) afirma que aunque los cambios de un ecosistema están basados principalmente en la evolución de la vegetación, desde que el hombre se transformó de consumidor a transformador (*sic*), ha jugado un papel determinante en los grandes cambios de los ecosistemas. Sin embargo, derivado de este proceso de uso se produce un efecto o impacto que se relaciona con la deforestación y fragmentación de los ecosistemas. Se producen fenómenos como la desertización, la alteración de los ciclos biogeoquímicos e hidrológicos, la pérdida de la diversidad biológica y

el consecuente aumento de la vulnerabilidad de los grupos humanos ante estos problemas ambientales.

Existen eventos naturales como las inundaciones, sequías, etc. que propician, en mayor o menor medida, alteraciones en la cobertura natural. Pero en las últimas décadas, debido a la sobrepoblación y su creciente demanda de satisfactores, el impacto de las actividades humanas se ha convertido en uno de los principales agentes transformadores de los ecosistemas (Reyes *et al.*, 2005).

En México, a las superficies dedicadas a la ganadería de tipo extensivo, generalmente con vegetación nativa se les conoce como agostaderos o pastizales. Sus características comunes son: a) produce un tipo de vegetación que sólo los animales pueden convertir en productos benéficos para el hombre, y b) no son aptas para el cultivo agrícola sostenido y son incapaces de sustentar bosques arborescentes. Una definición más estricta de agostadero es que se refiere únicamente al pastoreo en épocas secas y en rastrojeras (terrenos de cultivo), en nuestro país, es un término ampliamente utilizado para referirse a los terrenos dedicados a la ganadería extensiva. Este tipo de vegetación ocupa el 47% de la superficie mundial (CONAZA, 1994), y en México cerca del 50% de la superficie nacional (casi 75 millones de has.), entre zonas áridas y semiáridas. Estas zonas están conformadas por los estados de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas. Sobre esta superficie se localiza una gran diversidad de comunidades vegetales, que van desde los pastizales puros hasta las asociaciones de especies leñosas y/o suculentas, dependiendo de las condiciones climáticas, de topografía y suelo.

Las comunidades vegetales están constituidas por especies de distintas formas de vida, las que a su vez forman agrupaciones peculiares. Dentro de una comunidad vegetal, las sinusias son consideradas como las capas que constituyen las asociaciones a modo de estratos, afines en forma de vida. Estas tienen una estructura uniforme caracterizada por tener un solo tipo de forma vital. La sinusia responde a condiciones ecológicas muy homogéneas, por ejemplo, musgos en el suelo de un chaparral, líquenes en la rama de un árbol, etc. (Alcaraz, 2008).

La región del Altiplano, ubicada al oeste-noroeste del estado de San Luis Potosí, debido a la conformación de la vegetación, se caracteriza por la crianza de ganado en agostaderos, como la actividad económica principal. El ganado

se mantiene en pastoreo extensivo y a intensidades altas en las zonas con vegetación natural, la mayor parte de ellos bajo régimen ejidal. Este tipo de actividad económica y su intensidad provoca en el mediano plazo, la pérdida de la cobertura vegetal original y climática y la compactación del suelo. Como consecuencia paralela induce la erosión del suelo, debido a la pérdida de la capacidad de infiltración y retención de agua, al cerrarse los poros superficiales del suelo, por efecto del impacto de las gotas de lluvia y el pisoteo del ganado. El consumo preferente por el ganado de las especies predominantes en el estrato graminoide, cambia paulatinamente la composición vegetal dirigiéndola a especies menos deseables, que son aquellas que se come el ganado después de haber consumido las deseables (COTECOCA, 1974), y al mismo tiempo ocurre la invasión de especies leñosas y suculentas. Esto en parte se debe a la falta de biomasa para que sucedan incendios (FOSEMARNAT 2004-001-406), ya que los incendios tienen un papel similar al de los herbívoros en el mantenimiento de la estructura de la vegetación (Bond y Keeley, 2005).

Por el alcance temporal del proyecto (FOSEMARNAT-2004-001-406, financiado por CONACYT), se eligieron las hierbas y zacates como las formas de vida más adecuadas para observar y evaluar el efecto inmediato de la aplicación de los biosólidos en las comunidades vegetales. Sus raíces se ubican en la cercanía de la superficie del suelo y se observará en el corto plazo el efecto de la aplicación. Adicionalmente, los biosólidos deben aplicarse en la superficie del suelo para no alterar el suelo y la vegetación presente. Las características analizadas del suelo en el sitio de estudio serán:

- *Infiltración*: constituye la primera etapa del movimiento del agua en el suelo, con ella penetran las sustancias que llevan disueltas y en suspensión (Porta, 2003). Está condicionada por el estado de la superficie (rugosidad, encostramiento, pedregosidad), la capacidad de almacenamiento, cubierta vegetal, entre otros factores, y su importancia radica en conocer el ciclo hidrológico, mejorar suelos afectados por salinidad, realizar estudios sobre escorrentía, etcétera.

**Tabla 1.** Rangos de velocidad de infiltración de agua en el suelo (Steubing *et al.* 2002).

Velocidad de percolación (cm <sup>3</sup> – h <sup>-1</sup> )	Descripción	Retención de agua
➤ 25.5	Muy rápida	Baja capacidad de retención de agua, alta lixiviación
25.4 – 12.5	Rápida	Satisfactoria
12.5 - 2.0	Moderada	Más que adecuada
2.0 – 0.5	Moderadamente lenta	Adecuada
0.5 – 0.1	Lenta	Alta, relación agua-aire desfavorable
0.1 – 0.0	Muy lenta	Muy alta, anacrobiosis

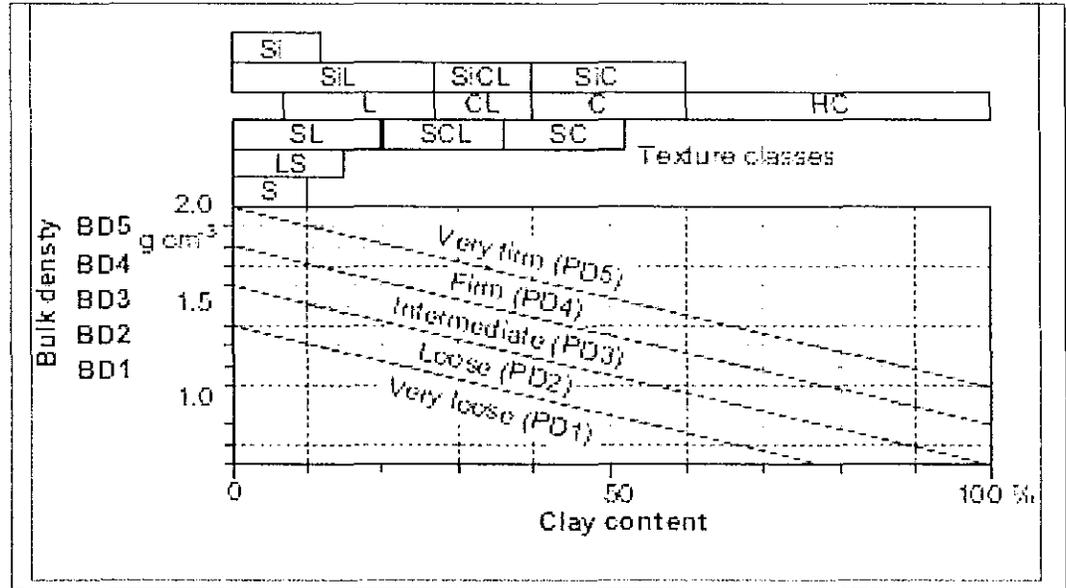
- *Contenido de materia orgánica (MO):* El contenido de materia orgánica en el suelo es indicador de su calidad, ya que sus funciones se ven directamente afectadas por la cantidad y calidad que contenga. (Gregorich y Carter, 1997; Franzluebers, 2002; Baldock y Nelson 2000, en Porta y López, 2003). Tiene incidencia en las propiedades físicas, químicas, biológicas y da lugar a varias interrelaciones, por ejemplo: prevención de procesos erosivos, estabilización de nutrientes en forma orgánica (N,P y S), constituye una reserva de energía metabólica por las grandes cantidades de C y nutrientes que contiene, disminuye los efectos de las perturbaciones ambientales, almacenaje de nutrientes y hacerlos más disponibles para las plantas y sobre la fertilidad física, entre otras.
- *Resistencia a la penetración:* este factor permite conocer la facilidad con que un objeto puede ser introducido en él, es decir, la resistencia mecánica que ofrece el suelo a la expansión lateral y al corte que produce dicho objeto. Esta característica es medida en (kg cm<sup>-2</sup>). Este es un buen parámetro para evaluar los problemas de restricción en el

desarrollo radicular de las raíces de los cultivos, por la presencia de capas compactas y/o baja porosidad. Esa resistencia no es propiedad particular del material, sino que es la suma de los efectos de diferentes características y propiedades, tales como densidad aparente, contenido de humedad, resistencia a la penetración y al corte, las cuales, a su vez, son consecuencia de la distribución del tamaño de partículas, de la estructura, y de la composición mineral y orgánica presentes en el suelo (Nacci & Pla, 1992).

- *Suelo desnudo*: es considerado un indicador de deterioro por sobrepastoreo. Los modelos sucesionales indican que con el incremento del pastoreo hay un cambio de especies de deseables a menos deseables e invasoras. No obstante, si el pastoreo es extremo y persistente, aun las especies menos consumidas por el ganado pueden ir cediendo su lugar a las zonas desprovistas de vegetación o suelo desnudo. Otra fuente adicional de origen de estas zonas es la limitación crónica de agua de las regiones secas.
- *Densidad aparente*: se define como la masa de una unidad de volumen de suelo seco (105 °C). Este volumen incluye tanto a sólidos como a poros, además, la densidad relativa refleja la porosidad total del suelo. Bajos valores de densidad aparente (generalmente debajo de 1.3 kg dm<sup>3</sup>) generalmente indica una condición porosa del suelo. La densidad aparente es un importante parámetro para la descripción cualitativa del suelo y la función del ecosistema. Valores altos de densidad aparente indican un ambiente pobre para el crecimiento de raíces, aeración reducida y cambios indeseables en la función hidrológica, así como infiltración de agua reducida (FAO, 2006). La densidad aparente tiene interés desde el punto de vista del manejo del suelo, ya que informa sobre la compactación de cada horizonte, y permite inferir las dificultades para la emergencia, el enraizamiento y la circulación del agua y el aire (Porta, 2003). La relación de la materia orgánica con esta variable es que ésta incrementa la estabilidad de los agregados y, por otro lado, es más ligera que la materia mineral, por lo que proporciona una menor densidad aparente a los suelos ricos en materia orgánica.

El desarrollo radical y la penetración del agua ya se ven limitados de manera significativa cuando las densidades aparentes oscilan entre 1.5 y 1.6 g/cc. El crecimiento de las raíces suele detenerse en los horizontes en densidades aparentes de 1.7 a 1.9 g/cc.

De acuerdo con la clasificación de densidad aparente de la FAO, esta se considera también la textura de suelo y el contenido de arcilla (Figura 1).



**Figura 1.** Clasificación de densidad aparente. (FAO, 2006; de acuerdo a Ad-hoc-AG-Baden, 2005)

- *Profundidad:* Esta variable permite conocer las posibilidades de enraizamiento en general, de disponibilidad de agua y nutrientes, y de la aptitud del suelo para el crecimiento de las plantas (Porta, 2003) y se considera una característica fundamental para la capacidad de almacenar agua. La profundidad del suelo es una limitante física en la estabilización de los agregados. Además de que permite relacionarlo con la tasa de erosión a largo plazo que ha actuado sobre él (Thompson, 1989).
- *Nitrógeno total:* El N desempeña un papel clave en la nutrición de las plantas, ya que estas extraen del suelo una mayor cantidad de N que de cualquier otro nutriente (Porta y Acevedo, 2003). En la mayoría de los horizontes de superficie de los suelos, más del 90% del N se halla en formas orgánicas (Kelley y Stevenson, 1996, en Porta y Acevedo, 2003), ya sea en la MO fresca o en el humus. Las formas utilizables pueden ser tanto mineral ( $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$ ) presente en el perfil del suelo al principio,

como el que va mineralizándose durante la estación de crecimiento (Wild & Russell, 1992). Por la facilidad con que los nitratos son transportados con el agua del suelo, la longitud total y la distribución de las raíces no juegan, en este caso, un papel primordial en la absorción.

- *Nitratos*: En los ecosistemas terrestres el nitrógeno, en gran parte en forma de amoníaco o nitratos, es absorbido por las plantas, que lo convierten en aminoácidos y proteínas. (Smith & Smith, 2002). La principal fuente de N para las plantas en la solución de suelo la constituye el nitrato, que es más móvil y fácilmente lixiviado en comparación con el amonio (Steubing, 2002). La concentración de nitratos en el suelo nos informa la cantidad de N mineral presente en solución del suelo y fácilmente asimilable por las plantas. Además es un estimador relativo con limitaciones de la capacidad de aporte de N del suelo.
- *Fósforo extraíble*: El fósforo es un elemento esencial para la vida. Juega roles importantes en la estructura y funcionalidad en prácticamente todos los organismos y se encuentra en los componentes celulares como fosfolípidos, ácidos nucleicos y ADN. Hay bastante evidencia de que P es el elemento controlador de la inmovilización de C y N en los sistemas biológicos. (Paul, 2007). El fosforo, en mayor parte, no puede ser aprovechado por las plantas, debido a su gran insolubilidad, por lo que es necesario que se encuentre en disolución en el suelo como formas  $PO_4H_2^-$  ó  $PO_4H^{-2}$  (Navarro, 2003). La cantidad presente depende de la modificación del equilibrio dinámico de la disolución con los compuestos inorgánicos insolubles o fijados por una parte, y la formación y descomposición de la MO por otra. Es importante mantener concentraciones adecuadas de P para que pueda ser aprovechado por las plantas y desarrollarse satisfactoriamente.

**Tabla 2.** Niveles críticos para fósforo, según Olsen (1954).

Nivel	ppm
Bajo	0 – 5
Medio	5 – 10
Alto	> 10

- *Carbono total:* El carbono es un constituyente básico de todos los compuestos orgánicos y está implicado en la fijación de energía por fotosíntesis. Está tan estrechamente relacionado con el flujo de energía que los 2 son inseparables. De hecho, la productividad de los ecosistemas se expresa en términos de gramos de carbono fijado por metro cuadrado y por año. (Smith & Smith, 2002). La tasa a la cual el carbono circula a través del ecosistema queda determinada, particularmente por las tasas de producción primaria y descomposición (Smith & Smith, 2002). La diferencia entre la cantidad de C que ingresa como residuos vegetales al suelo y la que se genera por la respiración microbiana representa el balance de este elemento (Álvarez, 2007). Durante el proceso de descomposición de los residuos vegetales se liberan nutrientes que pueden ser aprovechados por las plantas. Este índice es importante para determinar la calidad del suelo, la riqueza de cobertura vegetal y la cantidad potencial de aprovechamiento de este elemento por las plantas.
- *Relación C/N:* Esta relación ayuda a establecer la disponibilidad de minerales que pueden ser aprovechados por las plantas. Indica, además, la capacidad de descomposición de la MO por acción de los microorganismos del suelo. La intensidad de mineralización del humus depende, en gran medida, del contenido de N de la MO (Steubing, 2002).

### 3. Marco teórico y planteamiento del problema

Durante las actividades de desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, así como en las de operación de las plantas potabilizadoras y de plantas de tratamiento de aguas residuales, se generan lodos. Si no se les da una disposición final adecuada, contribuyen de manera importante a la contaminación de la atmósfera, de las aguas nacionales y de los suelos, afectando a los ecosistemas del área donde se depositen, sin aportar beneficio alguno al sistema natural.

En la planta de tratamiento de aguas residuales del Parque Tangamanga de la ciudad de San Luis Potosí se producen de 4 a 6 Ton en base húmeda por día. Entre las técnicas que existen para el tratamiento y eliminación de estos residuos son: el vertido controlado, la incineración y el compostaje. (España 1996, citado en Vélez, 2007).

Sin embargo, los lodos procedentes de los procesos de tratamiento de aguas residuales, por sus características propias o por las adquiridas después de un proceso de estabilización, pueden ser objeto de aprovechamiento, siempre y cuando cumplan con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos por la normatividad correspondiente (NOM-004-SEMARNAT-2002). (Tablas 3 y 4).

**Tabla 3.** Límites máximos permisibles para patógenos y parásitos en lodos y biosólidos. (NOM-004-SEMARNAT-2002).

CLASE	INDICADOR BACTERIOLÓGICO DE CONTAMINACIÓN	PATÓGENOS	PARÁSITOS
	Coliformes fecales NMP/g en base seca	<i>Salmonella</i> spp. NMP/g en base seca	Huevos de helmintos/g en base seca
A	Menor de 1000	Menor de 3	Menor de 1 (huevos viables)
B	Menor de 1000	Menor de 3	Menor de 10
C	Menor de 2 000 000	Menor de 300	Menor de 35

**Tabla 4.** Aprovechamiento de biosólidos. (NOM-004-SEMARNAT-2002).

TIPO	CLASE	APROVECHAMIENTO
EXCELENTE	A	- Usos urbanos con contacto público directo durante su aplicación. - Los establecidos para clase B y C.
EXCELENTE O BUENO	B	- Usos urbanos sin contacto público directo durante su aplicación. - Los establecidos para C.
EXCELENTE O BUENO	C	- Usos forestales - Mejoramientos de suelos - Usos agrícolas

También se pueden disponer en forma definitiva como residuos no peligrosos, para atenuar sus efectos contaminantes para el ambiente y proteger a los ecosistemas y a la población humana en general. Los biosólidos, en contraste con los fertilizantes químicos, estos aportan materia orgánica a los suelos, además de otros nutrientes usualmente limitantes, como el N y P, que se liberan lentamente a la solución del suelo, además de mejorar la retención de humedad.

Un pastizal, de acuerdo a Villarreal y Martínez (200?), es una “comunidad vegetal” en la que distintas especies interactúan entre si y con el ambiente en el que se encuentran. Dicha interacción se refiere a competencias por espacio, luz, agua y nutrientes. Cantú (en CONAZA, 1994) lo describe como cualquier tipo de vegetación que proporciona alimento y sustento al ganado y a los animales silvestres, y que por no ser propicio para el cultivo, constituye la fuente más barata de forraje; abarca desde los desiertos hasta las áreas de pastoreo con la explotación forestal, pasando por muchos tipos de vegetación. Además de que la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales, considera fundamentales estas áreas para la conservación del suelo y del agua.

Los términos de agostadero y de pastizal son usados indistintamente para referirse a las superficies dedicadas a la ganadería de tipo extensivo en México (CONAZA, 1994).

Un área de agostadero se define como un terreno donde la vegetación natural dominante son zacates, herbáceas y arbustos (eventualmente árboles). Ello ocurre debido al efecto concomitante del suelo y clima restrictivo, que no permiten otros usos del terreno más intensivos. Por ello se maneja como un ecosistema natural y no como tierra de cultivo. Puede usarse de manera

simultánea con otros fines (recreativos, extracción de productos forestales, servicios ambientales, etc.). Por lo regular incluyen pastizales, sabanas, matorrales, áreas alpinas, chaparral, humedales y desiertos. Muchos de estos terrenos son de baja productividad por naturaleza, debido ya sea a restricciones climáticas o edáficas, o ambas. Son áreas para pastoreo de animales domésticos, por lo que son una fuente totalmente renovable y de bajo costo de producción de alimento y fibra (Flores, 2008) (CONAZA, 1994).

Se entiende por Carga Animal el número de animales que pueden pastorear en un potrero, en un periodo determinado de tiempo, sin afectar la productividad. La Carga Óptima se define como aquella en la que la producción por animal y por hectárea es máxima (Beltrán *et al*, 2005). Para estimar la carga animal que puede soportar un sistema, se utiliza el Coeficiente de Agostadero, el cual se refiere a la capacidad forrajera (producción de biomasa) de un agostadero. Se expresa como el “número de hectáreas” necesarias para mantener una *Unidad Animal* (UA) durante un año (ha/UA/año). Una UA, se define como un bovino o vaca adulta de 450 kg. de peso o sus equivalentes (Tabla 5); correspondiente al consumo de 4.93 Ton. de forraje seco al año, es decir, la cantidad de materia seca que se consume está referida al 3% de su peso vivo. Por ello, el coeficiente de agostadero se expresa como la cantidad de hectáreas que se requieren para producir la biomasa que consume al año una unidad animal. Este concepto es fundamental para mantener una explotación ganadera sostenible, económica y productivamente, sin deteriorar el recurso natural vegetal. Por lo regular se requieren más de 10 ha. para mantener una unidad animal en este tipo de terrenos.

**Tabla 5.** Relación tipo de ganado – UA. (COTECOCA, 1974)

Clase de ganado	Unidades Animal (UA)
- Vaca adulta sola o con becerro al lado	1.0
- Becerro destetado y hasta los 24 meses	0.7
- Novillos de 24 a 36 meses	0.9
- Novillos de más de 2 años	1.0
- Toros de más de 2 años y garañón	1.25
- Yegua, mulo y burros adultos	1.15
- Oveja seca o con cría	0.2
- Carnero	0.25
- Ovino destetado de menos de 1 año	0.17
- Macho cabrío castrado o cabra adulta	0.2
- Cabra tripona (menor a 1 año)	0.15

Cuando se usan más animales que los recomendados por el concepto de coeficiente de agostadero, ocurre el sobrepastoreo. Debido a esto, en los sistemas de agostadero de zonas secas, ocurre un cambio de cobertura y composición de la comunidad vegetal y se limita la capacidad de carga, ya que el abuso la disminuye gradualmente al disminuir el potencial productivo del terreno por el deterioro del suelo. El horizonte orgánico del suelo se reduce y se pierde gradualmente, afectando así los ciclos biogeoquímicos clave y por lo tanto la vegetación distintiva del sitio, tanto en su cobertura y diversidad, asociada al clima y tipo de suelo y sustrato geológico de la zona. La vegetación cambia gradualmente su composición original, tornándolo marginal o no apto para ella, pero adecuado y óptimo para otras especies animales, lo que aumenta también, la competencia con las especies silvestres por el escaso forraje disponible (CONAZA, 1994).

Conforme a lo mostrado en la Tabla 6 y a CONAZA (1974), se define a las especies deseables como aquellas que prefiere el ganado cuando el potrero

está en condición “excelente” y “buena” y que disminuye con el sobrepastoreo y las menos deseables pueden aumentar en condición “buena” pero disminuyen a medida que el potrero pasa de condición “regular” a “pobre”. Esta clasificación de clases de condición sirve para reconocer si un potrero o rancho tiene alta o baja productividad en relación a lo que es capaz de producción.

**Tabla 6.** Parámetros de clasificación de agostaderos (Villarreal y Martínez, 2007- COTECOCA; 1974).

Condición del sitio	Especies predominantes	Vigor mejores especies	Cantidad de anuales y maleza	Suelo desnudo	Prod. forrajera Kg MS/ha
<i>Excelente</i>	Deseables	Alto	0-10 %	0 %	3,000
<i>Buena</i>	Des.–Interm.	Medio	10–25 %	10 %	2,000
<i>Regular</i>	Interm.–Poco deseables	Bajo	25-50 %	30 %	1,000
<i>Pobre</i>	Poco deseables	0	>50 %	50 %	300

Los suelos más abundantes en el estado de San Luis Potosí son los Xerosoles. Son resultado de un clima semi-seco durante el Cuaternario. Estos suelos sostienen una vegetación acorde a sus atributos físico-químicos y los del clima. Se asume que el uso predominante reciente de la vegetación nativa para el pastoreo de animales domésticos ha conducido al cambio gradual de pastizal a una vegetación de matorrales, una fase disclímax derivada de la intensidad del pastoreo de ganado vacuno, principalmente. En la mayoría de los casos este deterioro de la vegetación es paralelo a uno edáfico, como ya se indicó. Por ello, y ante la creciente demanda de alimentos, se requiere de una intervención drástica para rehabilitarlos. En el Altiplano Potosino hay suelos formados de sustrato volcánico (ígneo) y otros de rocas calcáreo (calizas y evaporitas); adicionalmente algunos de estos suelos presentan problemas de sales y/o sodio debido al sustrato, al tipo de drenaje (endorreico en su caso) y/o al riego con aguas de mala calidad.

Otra de las causas del deterioro de los suelos en México es la deforestación, una de las que más influyen. Se calcula que contribuye con el 25.81% del deterioro. Consiste en la eliminación de la vegetación arbórea de

selvas, bosques y matorrales. El cambio de uso del suelo es responsable de un 25.47 %, es la apertura de nuevas áreas para la agricultura, ganadería y urbanización. El sobrepastoreo se calcula que afecta el 24.57% del territorio, ocasionado por la excesiva carga animal, y debido al pisoteo, se propicia la disminución de la cubierta vegetal y compactación, sobre el suelo. Por último la labranza post cosecha contribuye con un 9.29 % del deterioro, entendida como el manejo inadecuado del suelo después de la cosecha, cuando se le deja expuesto a la erosión hídrica y eólica, principalmente. (INE-SEMARNAP, 1999).

Una intervención extrema de restauración consiste en la aplicación de biosólidos en estos terrenos de agostadero, lo que podría ser una opción de interés, dada la extensión que ocupan, junto con las pocas posibilidades de uso existentes en nuestro país para los biosólidos. Esto permitiría aplicar una cantidad considerable de los biosólidos producidos en las zonas urbanas y coadyuvar a resolver un problema importante consecuencia del sobrepastoreo. Esta opción de rehabilitación es controversial, sin embargo, debido a la gravedad de la degradación del suelo y la intensidad de extracción de recursos de la zona de estudio, es prioritario realizar acciones drásticas y obtener resultados observables en el corto y mediano plazo.

#### **4. Justificación**

El grado de deterioro actual de los suelos de los agostaderos requiere de medidas drásticas para mejorar sus funciones físicas, químicas y biológicas. La aplicación de biosólidos es una de ellas y busca disminuir o revertir el proceso de degradación del suelo. La efectividad de la medida va a ser función de los atributos del suelo y las comunidades vegetales presentes. Por ello, este trabajo busca evaluar la respuesta de la sinusia de hierbas y zacates a la aplicación de biosólidos municipales en sustrato calcáreo e ígneo en agostaderos del Altiplano Potosino.

## **5. Hipótesis**

La aplicación de biosólidos municipales mejorará las condiciones físicas y químicas de los suelos de agostadero, y por ende, las comunidades vegetales que dependen de él.

## **6. Objetivos**

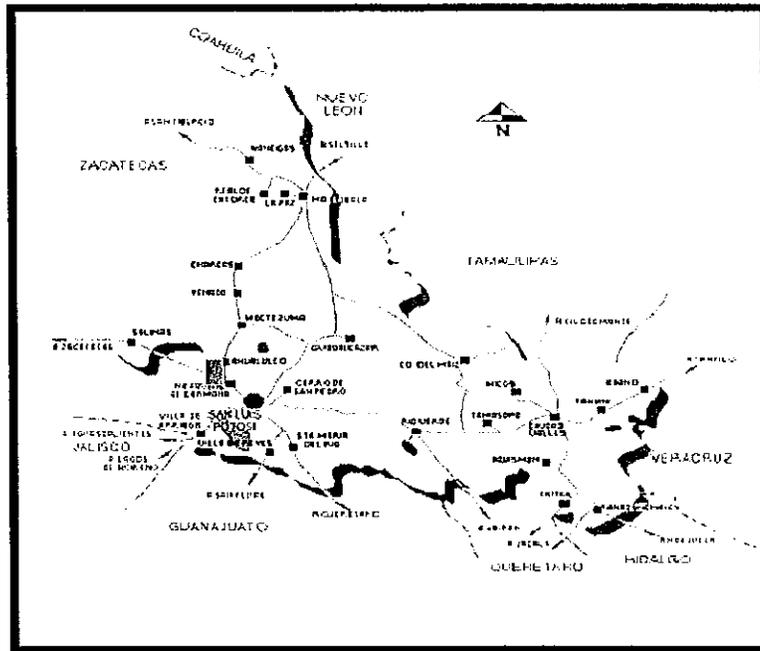
### **6.1. Objetivo general**

- ▶ Evaluar el efecto de la aplicación superficial de lodos estabilizados (biosólidos) como método para restablecer el nivel de materia orgánica, de nutrientes y las condiciones físicas y químicas para recuperar los niveles de cobertura de las especies deseables de zacates y herbáceas en el corto o mediano plazo.

### **6.2. Objetivos específicos**

- ▶ Evaluar los cambios de cobertura en las sinusias herbácea y graminoide por la aplicación de distintas dosis de biosólidos en dos tipos de comunidad vegetal del Altiplano Potosino.
- ▶ Relacionar los posibles mecanismos de acción (compactación de suelo) que explican la respuesta de las especies a la aplicación superficial de los biosólidos.
- ▶ Evaluar la respuesta en cobertura de zacates entre sustratos (calcáreo e ígneo).
- ▶ Evaluar el efecto residual de nutrientes y materia orgánica entre las dosis aplicadas en ambos sustratos geológicos.
- ▶ Evaluar el efecto de año en la respuesta a la aplicación de biosólidos entre dosis y sustratos.

## 7. Descripción de la zona de estudio



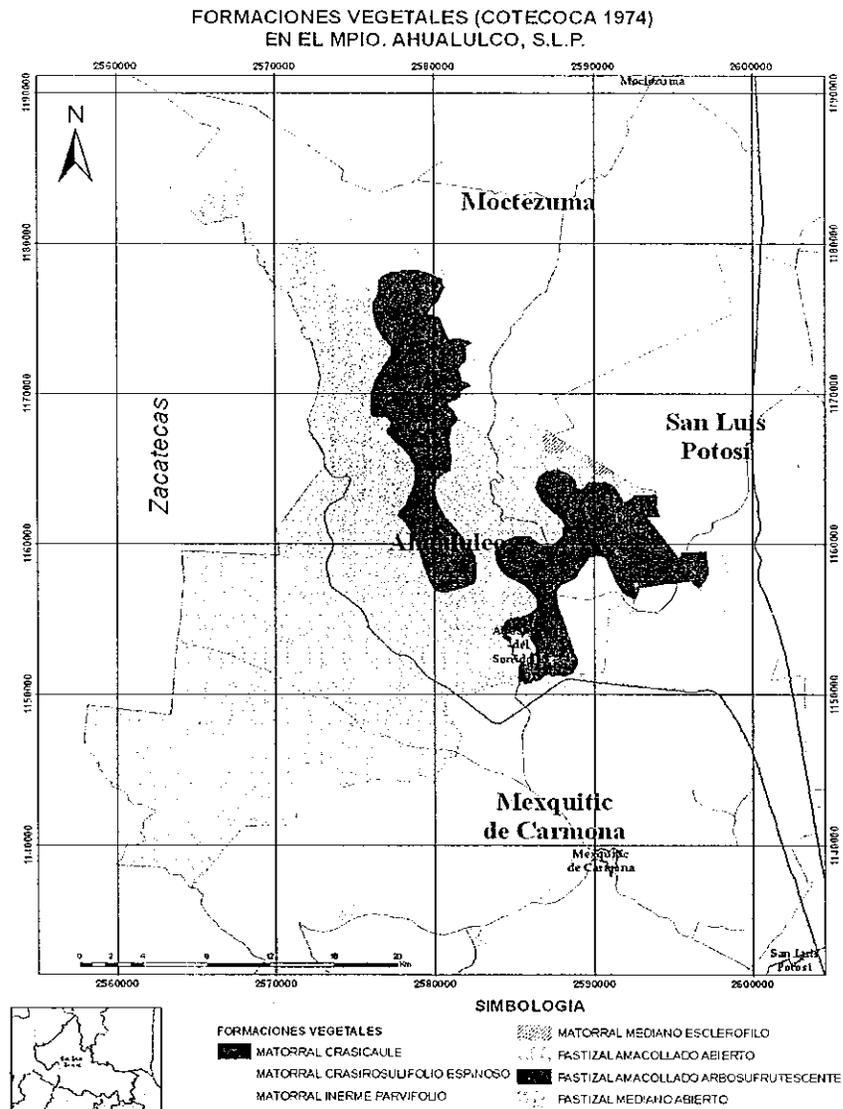
**Figura 2.** Localización del área de estudio en el Edo. de San Luis Potosí.

El estudio se realizó en la localidad de Ipiña, en el municipio de Ahualulco, S.L.P. Este municipio se encuentra al noroeste del estado, dentro de la zona Centro, con una altura de 1,850 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con el municipio de Moctezuma, al este con San Luis Potosí capital, al sur con Mexquitic de Carmona y al oeste con el estado de Zacatecas. Su extensión territorial total es de 775.17 km<sup>2</sup> y representa el 1.28 % del territorio estatal (INEGI, 2000). El clima se clasifica como seco estepario, teniendo una temperatura media anual de 19°C, con una máxima absoluta de 42.6 °C y una mínima absoluta de 1 °C. La temperatura cálida comprende los meses de abril a septiembre y el periodo frío de octubre a marzo. El periodo de lluvia va de los meses de mayo a septiembre. Los tipos de vegetación (INEGI, 1979) del municipio son: matorral espinoso, nopalera, matorral crasi-rosufofolio espinoso, matorral inerme, pastizal natural, chaparral, izotal y cardonal. Para la fauna destacan las aves de rapiña, diversas especies de serpientes y la liebre (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, 2002). Sus recursos naturales son de bajo potencial productivo, aunque existen tierras agrícolas de riego donde se producen hortalizas. Su suelo se caracteriza por ser una zona de transición entre las rocas de origen volcánico y las procedentes

de fondos marinos calizos, propios del periodo Cretácico, de acuerdo a INEGI (1979) la unidad de suelo correspondiente al área de estudio es de litosol eutrico, de textura media, de lomerío a terreno montuoso –pendiente entre 8 a 20%-. En la región Central-Este del municipio y al occidente de la cabecera, se observa roca de tipo riolita. (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, 2002).

### 7.1. Tipos de vegetación

Según COTECOCA (1974) en el municipio de Aqualulco se presentan los siguientes tipos de vegetación (Figura 3).



**Figura 3.** Formaciones vegetales identificadas para el Mpio. de Aqualulco, S.L.P. (COTECOCA, 1974)

A continuación la descripción de los tipos de vegetación correspondientes al sitio de estudio:

- Sitio Cm 61: Pastizal amacollado abierto con navajita banderilla *Bouteloua curtipendula* y zacate lobero *Lycurus pheoides* en las zonas de Santa María del Río, San Luis Potosí y Sauz de Calera. Este sitio se localiza en regiones de la planicie occidental y serranías meridionales, en parte de los municipios de Villa de Ramos, Ahualulco, Moctezuma, San Luis Potosí, Villa de Arriaga, Villa de Reyes, Mexquitic de Carmona, Santa María del Río, Tierra Nueva, Zaragoza, Soledad Diez Gutiérrez y Cerro de San Pedro. Los tipos de vegetación que se encuentran aquí son: matorral crausicaule, pastizal mediano abierto, matorral inerme parvifolio, bosque aciculiesclerófilo, matorral alto espinoso, matorral crasirosulifolio espinoso, matorral alto subinerme y pastizal amacollado arbosufrutescente. La pendiente varía de uniforme a compleja con inclinaciones de 8 a 20%, catalogadas como clases de "suavemente ondulados" y "cerriles". Su altitud varía de 1600 a 2700 m. Por su geología este sitio puede presentar rocas de los periodos Cenozoico Medio Volcánico (Cmv), Cenozoico Superior Clástico (Csc), Cretácico Superior (Ks), Cretácico Inferior (Ki) y Pleistoceno y Reciente (Q); los suelos son generalmente ígneos, aunque se presentan manchones calcáreos, tienen origen aluvio-coluvial, profundidad somera (menor a 25 cm) a media (25 a 50 cm), textura franco-arenosa, estructura blocosa subangular, consistencia friable 80% de rocosidad, color café amarillento a rojizo, drenaje interno medio y pH de 6.4.

El sitio queda comprendido en zonas de climas seco a árido (BS<sub>0</sub>h y BSk), la precipitación pluvial promedio anual es de 359 a 360 mm, la temperatura media anual es de 17.9° C y hay de 7 a 8 meses de ausencia de lluvia o sequía. De acuerdo a Collocott (1979) sequía se define como "falta de lluvia. La sequía parcial es un periodo de 29 días por lo menos en que la lluvia diaria no excede de .025 cm. La sequía absoluta existe cuando en 15 días por lo menos la lluvia diaria ha sido menos a esa cifra".

La vegetación del estrato bajo está compuesta principalmente de zacates amacollados entre los que destacan el navajita banderilla *Bouteloua curtipendula*, zacate lobero *Lycurus pheoides*, navajita de una pasto *B. uniflora*, pasto agujilla *Stipa* spp., también es frecuente encontrar otras especies tales como navajita azul *Bouteloua gracilis*,

navajita peinada *B. chondrosioides*, navajita morada *B. radicata*, navajita glandular *B. glandulosa*, y otras especies de menor importancia.

Este sitio en la condición buena y en años de precipitación normal, produce 460 kg de forraje utilizable por hectárea por año.

**Tabla 7.** Coeficiente de agostadero de acuerdo a la condición del sitio (en base a la vegetación nativa) (COTECOCA, 1974).

Condición del sitio	Coeficiente de agostadero
<i>Excelente</i>	8.29
<i>Buena</i>	9.66
<i>Regular</i>	13.21
<i>Mala</i>	18.72

- Sitio Dr 63: Matorral crausicaule con nopales *Opuntia* spp. y pithaya *Lemaireocereus* sp. en el sur de Moctezuma. Este sitio se localiza en la región boreal central y en las serranías meridionales donde ocupa parte de los municipios de Moctezuma, Ahualulco y San Luis Potosí; se le encuentra adyacente al pastizal amacollado arbofrutescente y al matorral inerme pravifolio. La pendiente es compleja dentro del 20% de inclinación perteneciendo los terrenos a la clase de "cerriles"; su altitud varía de los 1800 a 2400 m. Las rocas que componen los terrenos de este sitio datan de los periodos Cenozoico Medio Volcánico (Cmv) y Cenozoico Superior (Cs). Los generalmente son ígneos, pero se encuentran pequeñas zonas con rocas calcáreas, el origen de estos suelos es coluvial e in-situ, tiene profundidad variable, son de textura arcillo-arenosa, poseen estructura blocosa subangular, tienen consistencia friable, presentan un 15% de rocosidad, son de color rojizo y tienen un drenaje interno medio con escurrimientos superficiales y con un pH que varía de 6 a 7.

El clima es seco o árido (BSk), con una precipitación pluvial promedio de 348 mm al año, la temperatura media anual es de 17 °C y hay 7 meses de sequía.

Los componentes vegetales principales en este sitio son: nopal duraznillo *Opuntia leucotricha*, nopal cardón *Opuntia streptacantha*, nopal tapón *Opuntia robusta*, pitahaya *Lemaireocereus* sp., engorda cabras

*Dalea tuberculata*, mezquite *Prosopis laevigata*, Gobernadora *Larrea tridentata*, palma *Yucca* sp. En el estrato bajo las gramíneas más comunes son: navajita azul *Bouteloua gracilis*, navajita banderilla *B. curtipendula*, falso tridente peludo *Erioneuron pilosum* y diferentes especies de los géneros *Mulhembergia* y *Aristida*.

Este sitio en la condición buena y en años de precipitación normal, tiene una producción anual de forraje utilizable de 425kg/ha. (COTECOCA, 1974).

**Tabla 8.** Coeficiente de agostadero de acuerdo a la condición del sitio (en base a la vegetación nativa) (COTECOCA, 1974).

Condición del sitio	Coeficiente de agostadero
<i>Excelente</i>	10.22
<i>Buena</i>	11.59
<i>Regular</i>	15.11
<i>Mala</i>	20.64

**Tabla 9.** Listado de especies registradas en el sitio de estudio, de acuerdo al grupo funcional y sustrato.

Nombre científico y familia	Grupo funcional	Sustrato
<b>Gramineae (Poaceae)</b>		
<i>Aristida adscensionis</i> L.	Ag	Ca, Ig
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	Pg	Ca, Ig
<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag.	Pg	Ca, Ig
<i>Buchlœe dactyloides</i> (Nutt.) Engelm	Pg	Ig
<i>Cyclostachya stolonifera</i> (Scribn.) J.& C. Reeder	Pg	Ca, Ig
<i>Dasyochloa pulchella</i> (Kunth) Wiild ex. Rydb.	Pg	Ca
<i>Eragrostis</i> sp.	Pg	Ig
<i>Erioneuron avenaceum</i> (Kunth) Tateoka var. <i>avenaceum</i>	Pg	Ca
<i>Hilaria belangeri</i> (Steud.) Nash	Pg	Ig
<i>Lycurus phleoides</i> Kunth	Pg	Ca, Ig
<i>Microchloa kunthii</i> Desv.	Pg	Ca, Ig
<i>Muhlenbergia</i> sp.	Pg	Ca
<i>Scleropogon brevifolius</i> Phil.	Pg	Ig
<b>Amaranthaceae</b>		
<i>Guilleminea densa</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Moq.	F	Ig
<b>Compositae (Asteraceae)</b>		
<i>Bahia schaffnerii</i> S. Watts	F	Ca, Ig
<i>Dyssodia setifolia</i> Lag.	Ss	Ca
<i>Zinnia acerosa</i> (DC.) A. Gray.	Ss	Ca, Ig
<b>Euphorbiaceae</b>		
<i>Euphorbia prostrata</i> Ait.	F	Ca, Ig
<i>Jatropha dioica</i> Sessé ex Cerv.	Ss	Ca
<b>Leguminoseae (Fabaceae)</b>		
<i>Astragalus quinqueflorus</i> S. Watt.	F	Ig
<b>Oxalidaceae</b>		
<i>Oxalis</i> sp.	F	Ca, Ig

**Ag**, gramínea anual; **Pg**, gramínea perenne; **F**, herbáceas; **Ss**, subarborescentes. **Ig**, ígneo y **Ca**, calcáreo.

## 7.2. Descripción de especies de importancia forrajera presentes en el sitio de estudio

- *Aristida divaricata* Humb. & Bonp  
"Tres barbas abierto" (Beetle *et al.*, 1983)

Perenne. Culmos amacollados de 30 a 60 cm o más de alto, erectos, o postrados y extendidos; vainas redondeadas, glabras o escaberulosas hacia el collar, éste puberulento en ambos lados, la garganta generalmente vellosa; lígula un penacho denso de vellos suaves; láminas por lo regular ligeramente involutas, en ocasiones planas, las basales fuertemente involutas, usualmente de menos de 3 mm de ancho y hasta 20 cm de largo.

Panícula abierta, de 10 a 30 cm de largo, las ramificaciones primarias abiertas y desnudas en la base, hasta de 15 cm de largo, ramificándose 2 o 3 veces, las últimas ramificaciones y pedicelos comprimidos hacia la primaria; glumas casi iguales, de 10 a 12 mm de largo, acuminadas y corto-aristadas, 1-nervadas, la primera escabrosa en la quilla; lema de 10 a 12 mm de largo, glabra hacia la base, escabrosa hacia el ápice, callo densamente vellosa; columna retorcida de 2 a 5 mm de largo, en ocasiones superando a las glumas; aristas aproximadamente iguales, algo divergentes, escabrosas, rectas en la base, de 10 a 15 (-18) mm de longitud; n=11.

Descrita de la parte central de México; crece en suelos arenosos, en lomas y planicies secas, bosques aciculifolios, esclerófilos y en pastizales abiertos. Kansas y Texas hacia Arizona, partes norte y central de México; de valor forrajero regular.

- *Bouteloua gracilis* (H.B.K.) Lag.  
"Navajita azul" (Beetle *et al.*, 1987)

Perenne. Culmos de 15 a 50 cm de alto con 2 o 3 nudos, amacollados o formando césped bajo presión de pastoreo, erectos, simples, lisos o glabros; vainas glabras, híspidas en el collar; láminas de 2 a 10 cm de largo por 2 mm de ancho, involutas cuando menos cerca de la punta larga y delgada, los márgenes lisos o escabrosos o algunas veces dispersamente pilosos.

Inflorescencia con q a e espigas, de 2.5 a 5 cm de largo, generalmente curvadas; raquis terminando en un punto; espiguillas casi de 6 mm de largo; raquilla con un mechón de vellos largos bajo la espiguilla rudimentaria; primera gluma angosta, acuminada, de 3 mm de largo; la segunda más ancha,

acuminada, de 4 mm de largo, barbada en la base con pelos largos en ambas caras de la nervadura media, los márgenes con cilios cortos y el ápice ligeramente lobulado, con una arista central como de 1 mm de largo, las laterales ligeramente más largas; rudimento de 2 mm de largo, densamente barbado en la base, con lóbulos anchos en forma de capucha, aristas de casi 3 mm de largo, algunas veces se desarrolla un flósculo rudimentario sin arista; n=10, 20 o 30.

Descrita en Guanajuato, México; presente en praderas y lugares abiertos; Manitoba y Alberta, Canadá, hacia el sur de Texas, sur de California y México; excelente pasto forrajero.

- *Bouteloua scorpioides* Lag. (Beetle *et al.*, 1987)

Perenne. Culmos en pequeños macollos densos, erectos de 10 a 30 cm de alto, glabros; vainas glabras, sobresalientes, usualmente con un penacho conspicuo de vellos en la garganta; lígula ciliada de aproximadamente .5 mm de largo; láminas involutas, filiformes, curvadas o flexibles, glabras.

Inflorescencia con una espiga solitaria hasta de 5 cm de largo; raquis de la espiga glabro; espiguillas pectinadas, agrupadas; glumas subagudas, glabras, la primera estrecha de 2 a 3 mm de largo, la segunda más ancha, de 4 a 7 mm de largo; lema fértil de 4 a 5 mm de largo, barbada en la base, densamente pilosa en los márgenes y a ambos lados de la nervadura media en la mitad inferior, las aristas gruesas, planas, las laterales (incluyendo los lóbulos estrechos) casi de 2 mm de largo, la central casi de 1.5 mm de largo; rudimento barbado en la base, aristas de 4 a 4.5 mm de largo, lóbulo intermedio pequeño y obtuso; n= 10 o 20.

Descrita en México (localidad tipo incierta); presente en colinas rocosas y pastizales, de 500 a 3000 m de altitud; de valor forrajero regular.

- *Buchloë dactyloides* (Nutt.) Englem  
"Zacate búfalo" (Beetle *et al.*, 1987)

Perenne. Culmos comúnmente de 10 a 20 cm de alto, los de las plantas femeninas casi siempre más cortos, en macollos pequeños o densos formando manchones, con estolones de 5 a 60 cm de largo; las primeras hojas forman un césped denso de color verde y gris, pajizo durante la sequía y rojo oscuro en las

heladas, comúnmente de 5 a 10 cm de grueso; vainas con márgenes sobrepuestos, laxas y generalmente pilosas en la garganta; láminas de 2 a 10 cm de largo por 1 a 3 mm de ancho, dispersamente pilosas o ciliadas en ambas superficies, nervaduras inconspicuas, márgenes ligeramente escabrosos y pilosos, los pelos con frecuencia papilosos.

Inflorescencia de la planta estaminada aproximadamente con 2 o 3 espigas sésiles o subsésiles en un lado del raquis, de 5 a 15 mm de largo, exertas de las vainas superiores, cada espiga con cerca de 10 espiguillas; espiguillas estaminadas casi de 4 mm de largo; inflorescencia postiladsa ligeramente incluida en las vainas infladas y en parte oculta por las hojas, con 1 a 2 (-3) espigas o cabezuelas sésiles de 3 a 4 mm de diámetro que caen enteras; espiguillas pistiladas frecuentemente 4 a 5 (rara vez 1 o 7) por espiga o cabezuela, 1-flosculadas, raquis de la espiguilla engrosado, endurecido y ensanchado por la segunda gluma formando una estructura globular rígida y blanca, coronada por unos dienteclillos verdes en el ápice; n=10, 20, 28 o 30.

Descrita del río Missouri, E.U.A.; distribuida desde la parte central de América del Norte hasta la meseta central del México; de excelente valor forrajero.

- *Cyclostachya stolonifera* (Scribn.) Reeder & Reeder  
"Zacate rueda" (Beetle *et al.*, 1987)

Perenne. Culmos hasta de 10 cm de alto, estoloníferos, los estolones arqueados; dioicas, lígula hialina y membranácea; láminas planas y laxamente involutas.

Inflorescencia, en ambas plantas, un racimo solitario espigado, con espiguillas pectinadas a un lado del raquis, cada racimo recurvado cae completo al madurar; espiguillas estaminadas con un flósculo fértil y un rudimento con una arista corta; glumas membranáceas, 1-nervadas, la segunda casi del largo de la espiguilla, la primera ligeramente más corta; lema 3-nervada, diminutamente 3-aristada; pálea igual a la lema, diminutamente bifida y sin aristas; estambres 3; rudimento reducido a 3 aristas que exceden muy poco al ápice de la lema; espiguilla pistilada con in flósculo perfecto y 2 a 3 rudimentos que sostienen largas aristas escabrosas, 2 a 3 veces más largas que la lema fértil; glumas similares a las glumas de la espiguilla estaminada y ligeramente más cortas; lema fértil membranácea, barbada en la base, 3-nervada, las nervaduras prolongadas en aristas más o menos escabrosas; pálea ligeramente más corta que la lema, diminutamente 2-aristada; cariopsis

fusiforme; lodículas de las espiguillas masculina y femenina similares, truncadas en el ápice y con varios filamentos vasculares; n=30.

Descrita en Zacatecas, México; monotípica; endémica; habita en planicies secas; buen valor forrajero.

- *Erioneuron avenaceum* (H.B.K.) Taeoka  
"Zacate borreguero" (Beetle *et al.*, 1991)

Perenne. Culmos de 10 a 30 cm de alto, glabros, nudos a veces pilosos, estoloníferos (comúnmente en poblaciones del centro de México); hojas la mayoría basales; vainas lisas, estriadas, aquilladas, márgenes hialinos, con un mechón hasta de 2 mm de largo en el collar; lígula una franja de pelos hasta de .5 mm de largo por 1 a 1.5 mm de ancho, rara vez planas, aquilladas, estriadas, márgenes cartilagosos, pilosas cerca del collar y con pocos pelos en ambas superficies.

Inflorescencia una panícula abierta o cerrada, de 2 a 8 cm de largo por 1 a 3 cm de ancho, ovoide, de color pajizo a púrpura, con 2 a 10 espiguillas sobre pedicelos cortos; espiguillas de 6 a 8 mm de largo, de comprensión lateral, aquilladas, con 6 a 12 flósculos, de color verde pálido a púrpura, desarticulación arriba de las glumas; glumas glabras, acuminadas, uninervias, la primera de 4 a 7 mm de largo y la segunda de 6 a 9 mm; lemas de 4 a 6 mm de largo, acuminadas, con tres nervios, densamente pilosas cerca de la base, hendidura apical de 1 a 2 mm de profundidad, lóbulos obtusos o agudos, el nervio central se extiende como una arista de 2 a 4 mm de largo; páleas de 2 a 3.5 mm de largo, elípticas, pilosas en el dorso y en los márgenes cerca de la base; de 1 a 3 estambres, anteras de .4 a 1 (1.3) mm de largo; cariopsis de 1 a 1.4 mm de largo, oblonga y translúcida; n=8 o 16.

Común en áreas rocosas desde el suroeste de E.U.A. hasta la parte central de México y, al sur, hasta Bolivia y Argentina.

Especie con 4 variedades, tres de ellas en Sudamérica y una en Norteamérica.

*Erioneuron avenaceum* var. *avenaceum* se distingue por tener glumas que sobrepasan el flósculo inferior, segunda gluma de 5 a 6.5 mm de largo, lema inferior de 5 a 6 mm de largo y lóbulos de la lema de 1.5 a 2 mm de largo; se distribuye desde Arizona y Nuevo México hasta Oaxaca.

- *Hilaria belangeri* Steud.) Nash var. *belangeri*  
"Mezquite curvo común"

(Beetle *et al.*, 1991)

Perenne. Culmos de 10 a 30 cm de alto, rara vez menores, amacollados, erectos, estoloníferos y nudos vellosos; vainas estriadas, casi siempre glabras, sobrepuestas, las superiores más cortas que los entrenudos; lígula membranácea menos de 1.5 mm de largo; láminas generalmente de 3 a 10 cm de largo, planas o involutas cuando secas, son escasos pelos papilosos en los márgenes y en ambas superficies.

Espiga de 2 a 4 cm de largo; espiguillas ternadas en fascículos de (4.5-) 5 a 6 (-6.5) mm de largo; las laterales 2-flosculadas (rara vez 3-flosculadas), estaminadas o a veces con un flósculo neutro, la central 1-flosculada y pistilada, igual o más larga que las laterales; glumas firmes, unidas en la base, escabrosas oscuras, redondeadas o agudas hacia el ápice, terminando en una arista, rara vez más, antrorsamente escabrosa, igual o más larga que el fascículo; n=9, 18 o 36.

Descrita en Texas; habita en pastizales; se presenta desde Texas a California, E.U.A., y en el norte y centro de México: valor forrajero excelente, se utiliza en pastoreo, responde con desarrollo mejor bajo condiciones de pastoreo leve y mediano; nombres comunes: "zacate chino" (Chih.), "zacate galleta" (Son.), "zacate mezquite" (Coah., N.L.).

- *Lycurus phleoides* H.B.K.  
"Zacate lobero"

(Beetle *et al.* 1991)

Perenne. Culmos de 10 a 60 cm de alto, amacollados, erectos o geniculados, a veces planos o angulosos hacia la base, escabrosos o puberulentos principalmente cerca de los nudos; la mayoría de las hojas son basales y de color verde claro a glaucas; vainas más cortas que los entrenudos, cerradas en la base, lateralmente comprimidas y aquilladas, glabras o poco pubescentes en la parte inferior y superior; lígula una membrana de .5 a 3 (-10) mm de largo; láminas planas o conduplicadas, de .5 a 2 (-3) mm de ancho, de glabras a puberulentas, el nervio medio y los márgenes blancos, estos últimos lisos o aserrados.

Panícula espigada delgada de 3 a 8 (-11) cm de largo por 5 a 8 (-10) mm de ancho; espiguillas de 5 a 7 (-9) mm de largo incluyendo la arista, uniflosculadas, en pares, solitarias u ocasionalmente en tríades, deciduas junto con los

pedicelos cortos, que son desiguales y escabrosos; la espiguilla superior hermafrodita; la espiguilla inferior de igual o menor tamaño, hermafrodita, estaminada o neutra; glumas de 1 a 1.5 mm de largo, pubescentes, más cortas que la lema y la pálea: primera gluma 2-nervada, ocasionalmente 1 o 3-nervada, con 1 a 3 aristas, la mayor de 2 a 4 mm de largo, ocasionalmente con una segunda arista más corta; lema de 3 a 4 mm de largo, 3-nervada, glabra o pubescente en el dorso y márgenes, prolongada en una arista de .5 a 3 mm de largo; pálea pubescente, de forma y tamaño similar a la lema, con el dorso redondeado, mútica ; n=14.

Se presenta en zonas templadas y subtropicales de América; su distribución es disyunta; se localiza en el sur de E.U.A., México y América del Sur; es pastoreado por el ganado en épocas de lluvia; en sus etapas fenológicas de crecimiento y floración, la presencia de grandes poblaciones de esta especie indica fuerte pastoreo y perturbación del suelo; se conoce como “zacate lobero” (Son., Coah., Chih., Jal. Y N.L.).

- *Microchloa kuntii* Desv.  
“Zacate encorvado”

(Beetle *et al.*, 1995)

Perenne. Culmos de 10 a 30 cm de alto, erectos, delgados, en macollas pequeñas y densas; vainas de 1 a 4 cm de largo, más cortas que los entrenudos, escabriúsculas; lígula de .3 a 1.5 mm de largo, ciliada; láminas basales hasta de 6.5 cm de largo y de 1 a 1.5 mm de ancho, las del culmo de .3 a 1 cm de largo, firmes, planas o conduplicadas con márgenes gruesos de color blanco, escabrosas, pilosas en la base de la superficie abaxial.

Inflorescencia una espiga de 3 a 15 cm de largo, secundiflora, curvada, raquis plano de .3 a .4 mm de ancho, ciliado; espiguillas sésiles, uniflosculadas de 2.5 a 3.5 mm de largo con desarticulación entre las glumas; primera gluma de 2 a 3 mm de largo, combiforme, 1-nervada, coriácea con los bordes membranosos; segunda gluma de 2 a 2.6 mm de largo, ligeramente más ancha que la primera; lema de 2 a 2.5 mm de largo incluyendo los pelos, membranácea, elíptica, mútica, 3-nervada, con pelos en el nervio medio y densamente pilosa en los márgenes, los pelos hasta de 1 mm de largo; pálea menor que la lema, angosta, biaquillada, ciliada en las quillas; estambres 3 de .5 mm de largo; cariopsis de 1.1 a 1.5 mm de largo, elipsoide, de color de café rojiza, con hilo basal pequeño; n=10, 12.

Descrita de México; habita en lugares secos con disturbio, en suelos someros o rocosos, en bosques de pino, pino-encino, selva baja caducifolia y pastizal mediano abierto; presente desde Arizona, E.U.A., México, Guatemala, Honduras y Argentina; valor forrajero de pobre a regular, por el tamaño de la planta y hojas pequeñas, aunque es apetecible para el ganado; se le conoce como “zacate encorvado”, “zacate uña”, “zacate de llano”, “zacate hoz” y “hojita”.

- *Muhlenbergia villosa* Swall.

“Navajita salina”

(Correll & Johnston, 1970)

Perenne. De rizomas largos y firmes de 1-3 mm de ancho; Culmos aéreos de 4-26 cm de largo, .5-1 mm de ancho, frondoso, copiosamente enramado cerca del suelo, ascendente; lígula en escala erosa de .5-1.7 mm de largo; briznas de 15-30 mm de largo, de menos de 1 mm de ancho, cercanamente involuto; panículas de 1-4 cm de largo y 1-2 mm de ancho, similares a espigas pero interrumpidas; glumas de 1-1.5 mm de largo, ovadas; lema de 2.2-2.7 mm de largo, copiosamente pubescente en la mitad inferior, lanceolada, mucronata; palea tan larga como la lema. Se encuentra en desiertos alcalinos, rara, crece entre julio-agostos; endémica. De acuerdo a Ackerman *et al.* (1995) habita en suelos salinos, yesosos o calcáreos, en pastizales medianos de *Scleropogon* sp. y *Erioneuron* sp., matorral alto espinoso y matorral inerme parvifolio; se distribuye sólo en México; valor forrajero regular, nombre común “liendrilla salina” .

- *Scleropogon brevifolius* Phil.

“Zacate de Burro”

(Herrera, 2001)

Plantas herbáceas perennes, por lo general dioicas a veces monoicas, formando amplias colonias, con estolones rígidos; tallos de 12 a 25 cm de alto; vainas foliares cortas, lígulas en forma de anillo de pelos, láminas foliares 1 a 3 (7) cm de longitud, 1.5 a 2.5 mm de ancho, rígidas, por lo general conduplicadas, agudas en el ápice; inflorescencia panícula o racimo angosto de escasas espiguillas; espiguillas estaminadas 1 a 3 (6) cm de longitud, pediceladas, algo comprimidas, conteniendo 8 a 15 (25) flores, muy diferentes de las femeninas, glumas 4 a 5.5 mm de longitud, dos pequeños dientes, pálea 4 a 5 mm de longitud, membranácea, oblonga; espiguillas pistiladas 12 a 14 mm de longitud, sésiles o corto pediceladas, casi redondeadas, 3 a 5 flores fértiles y

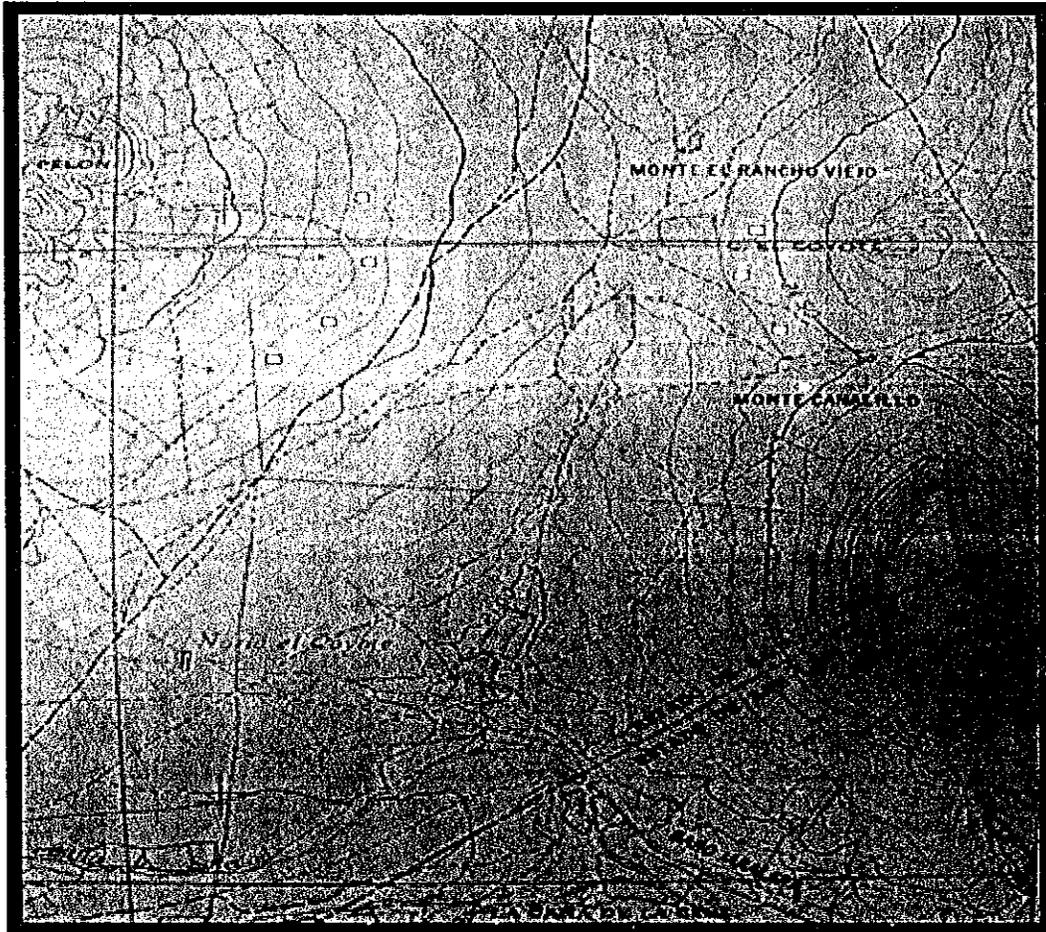
una o varias rudimentarias en la parte superior, lemas cerca de 8 mm de longitud, aristas 3, 3.5 a 6 (10) cm de longitud, rígidas, rectas (nunca torcidas), páleas membráceas, 5 mm de longitud, cóncavas, 2-quilladas, 2-dentadas en el ápice.

Las plantas estaminadas pueden ser fácilmente confundidas con *Distichlis spicata*, pero en *Distichlis* las glumas y lemas son ovadas, ápice redondeado o cortamente agudo, evidentemente imbricadas y de alguna manera endurecidas, y la pálea es usualmente bien excerta, más larga que la lema.

Se distribuye desde el SW de Estados Unidos; México de Ags., Coah., Chih., Dgo., Hgo., N.L., Pue., S.L.P., Son, Tamp., y Ver.; Argentina; Chile.

Hábitat: encontrada en el matorral desértico micrófilo, en altitudes de 1500 a 1920 m.

## 8. Materiales y métodos



**Figura 4.** Localización de las parcelas experimentales en cada uno de los sustratos (calcáreo e ígneo) en la localidad de Ipiña, SL.P.

Se establecieron ocho exclusiones de 10 x 10 m, cercándolas con alambre de púas con la finalidad de evitar la intromisión del ganado, cuatro en cada sustrato y dentro de cada exclusión 12 parcelas experimentales de 1 x 1 m cada una. Este número de parcelas corresponde a las unidades experimentales en que se aplicaron los tratamientos de dosis de biosólidos. Se probaron tres niveles de biosólidos (3.5, 7.5 y 10.5 ton/ha, dosis 1,2 y 3 respectivamente) y el respectivo control sin biosólidos (dosis 0), cada uno con tres repeticiones. En mayo de 2006 se aplicaron los biosólidos dentro de cada exclusión. Los biosólidos se

obtuvieron de la planta de tratamiento de aguas residuales del Parque Tangamanga, de la ciudad de San Luis Potosí. El seguimiento de los tratamientos se llevo a cabo en cuatro fechas posteriores (agosto y septiembre 2006, septiembre 2007 y abril 2008). En cada fecha se tomaron fotografías de cada parcela, para evaluar la cobertura por especie posteriormente visualizándolas por medio de programas informáticos ImageJ (ImageJ 1.40g, National Institute of Health, USA, 2008)) y Microsoft® Office Picture Manager (© 2006 Microsoft Corporation). Para la identificación de especímenes se usaron ejemplares de referencia recolectados en el sitio e identificados en el Herbario Isidro Palacios, perteneciente al Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (IIZD), de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Una vez identificadas visualmente las especies, se procedió a calcular la cobertura total por especie, su respectivo porcentaje y la frecuencia. Estos datos se capturaron y procesaron en Microsoft® Office Excel (© 2006 Microsoft Corporation). Se determinó elegir para realizar los muestreos posteriores a aquellas parcelas que hubiesen registrado valores extremos de media (bajos y altos) para las variables de suelo: contenido de piedras, infiltración, densidad aparente, resistencia a la penetración, profundidad, contenido de nitrato, fósforo y carbono total, a lo largo de las 4 fechas de muestreo y considerando solamente a las dosis 0, 1 y 3, quedando como sigue: en el sustrato calcáreo se seleccionaron al azar 8 parcelas de dosis 0, 6 donde se aplicó la dosis 1 y 6 con dosis 3; para el sustrato ígneo 6 parcelas para la dosis 0, 7 con dosis 1 y 7 con dosis 3.

**Tabla 10.** Claves para la descripción de las dosis aplicadas de biosólidos y fechas de aplicación.

<b>Fecha</b>	<b>Dosis</b>
1 - Agosto 2006	0 - Control dentro de exclusión
2 - Septiembre 2006	1 - 3.5 ton/ha
3 - Septiembre 2007	2 - 7 ton/ha
4 - Abril 2008	3 - 10.5 ton/ha
	4 - Control fuera de exclusión

Las muestras de suelo fueron tomadas a una profundidad de 5 cm dentro de cada parcela y al exterior de las exclusiones. Se tomaron 48 muestras en total: 24 para cada sustrato; 5 dentro de cada parcela y una en el exterior de cada exclusión. En campo se midieron: infiltración, resistencia a la penetración, y

profundidad. Posteriormente se realizaron los siguientes análisis físicos: pedregosidad (sólo en sustrato calcáreo) y densidad aparente, así como los análisis químicos de contenido de nitrato, de fósforo y materia orgánica. Todo esto con la finalidad de determinar la relación entre los factores físico-químico particulares de cada sustrato con la respuesta obtenida por la aplicación de los biosólidos.

- a) Infiltración: Para realizar esta medición se utilizó un volumen constante de 36 ml de agua corriente que se vertió al interior de tubo de metal, que había sido insertado con cuidado de no fracturar el suelo dentro de cada parcela; se comenzó a medir el tiempo a partir de este momento hasta que la totalidad del volumen de agua se infiltró completamente. De esto se hicieron 3 repeticiones dentro de cada parcela y al exterior de cada exclusión.
- b) Densidad aparente: Con un nucleador se tomaron muestras correspondientes a los primeros 5 cm de profundidad de cada parcela (1 sola toma), obteniendo un volumen constante de 89 cm<sup>3</sup>. Posteriormente las muestras fueron pesadas e introducidas en un horno "Felisa" a una temperatura constante de 105 °C por 12 hrs, para pesarlas nuevamente y obtener el peso seco de cada muestra, calculando así la densidad aparente correspondiente.
- c) Resistencia a la penetración: Se utilizó una barrena, conectada a un Indicador E1005 de Avery Weigh-Tonix, equipada con un sensor para medir la fuerza aplicada para penetrar 3 cm de suelo. Se realizaron 3 mediciones en diferentes puntos dentro de cada parcela y al exterior de cada exclusión.
- d) Profundidad: Se uso una barrena de 90 cm de largo que fue introducida en el punto central de cada parcela, hasta que ésta "topara" con piedra y midiendo la fracción introducida correspondiente.
- e) Suelo desnudo: Se calculó el área basal de las especies capturadas y del suelo desnudo en las fotografías tomadas en las 4 fechas con ayuda de los programas informáticos ImageJ (ImageJ 1.40g, National Institute of Health, USA, 2008) y Microsoft ® Office Picture Manager (© 2006 Microsoft Corporation).
- f) Nitratos: Se siguió la técnica adaptada por Miranda KM, Espey MG y Wink DA. (2001) y se estimó la concentración de nitratos en cada

muestra en un sistema de espectroscopia UV-Visible Agilent 8463 (Agilent Technologies).

- g) Fosfatos: El contenido de este elemento se determinó en base a la técnica de Olsen (Olsen *et al.* 1954) y medido en un sistema de espectroscopia UV-Visible Agilent 8463 (Agilent Technologies).
- h) Carbono total: Se determinó el contenido de C en un analizador elemental.
- i) Contenido de materia orgánica: Se obtuvieron las concentraciones a través del uso del método Walkley and Black (1934).
- j) Relación C/N: El valor correspondiente a esta variable se obtuvo de la correlación entre los valores obtenidos de las concentraciones de Carbono y de Nitrógeno.

El análisis estadístico, para todas las variables, se hizo mediante el software Minitab 15 (Minitab Inc. 2007), en base al análisis de varianza factorial para dosis, exclusión y tipo de suelo.

La verificación de los supuestos del ANOVA (normalidad y homogeneidad de varianza) por especies o agrupadas en grupos funcionales en ambos sustratos, en sustrato calcáreo: espacio abierto, profundidad e infiltración (interacción con dosis), infiltración, resistencia y profundidad (interacción con exclusión); para sustrato ígneo: espacio abierto, infiltración, resistencia y profundidad (interacción por dosis) resistencia, infiltración y densidad (por interacción con exclusión), no fueron satisfechas. Debido a ello se realizó una prueba no-paramétricas ( $p = 0.05$ ), en este caso la prueba Kruskal – Wallis (o prueba H), que es una prueba análoga a la ANOVA de una sola vía, se usa para determinar si hay alguna diferencia “significativa” entre las medianas de la población (en lugar de la media) (Orlich, 19??) y sirve para probar hipótesis de que diferentes muestras provienen de la misma población o de poblaciones idénticas pero esta prueba no requiere distribuciones normales (Triola, 2000.) A su vez fue complementada con estadística descriptiva para realizar las gráficas en apoyo a los resultados encontrados.

## 9. Resultados y discusión

De acuerdo a la NOM-004-SEMARNAT-2002, los biosólidos utilizados en este estudio son del tipo “bueno o excelente” aptos para el mejoramiento de suelos, uso agrícola y forestal en base al contenido de organismos coliformes totales y de patógenos (Tabla 11).

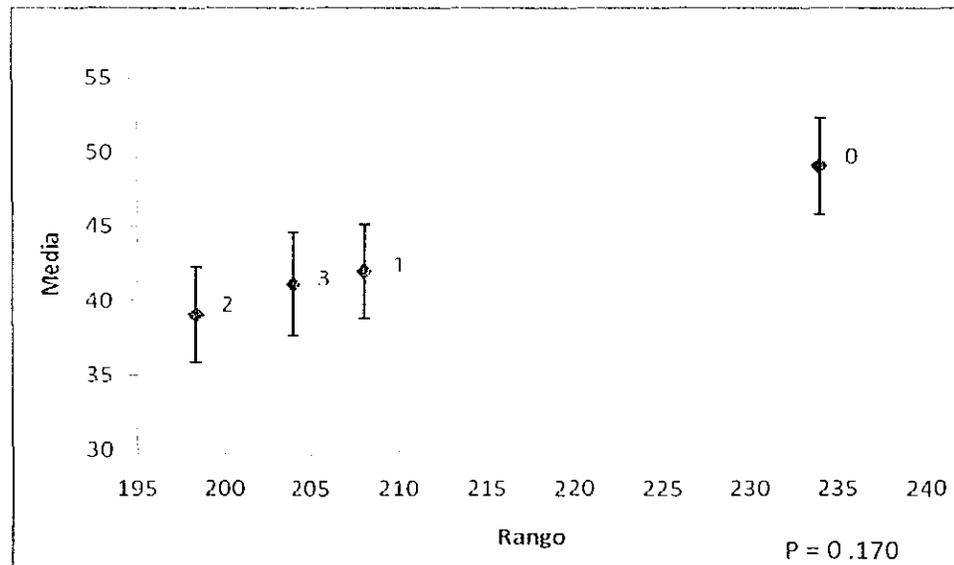
**Tabla 11.** Resultados de análisis de muestras en determinación de organismos coliformes fecales y *Salmonella* spp. en muestras de biosólidos aplicados en el sitio de estudio.

Fecha de toma de muestras	Organismos coliformes totales NMP/g ST (promedio en muestras)	<i>Salmonella</i> spp. (promedio en muestras)
08-04-08	4233.722	368.533

### 9.1 Suelo desnudo, pastos perennes y herbáceas

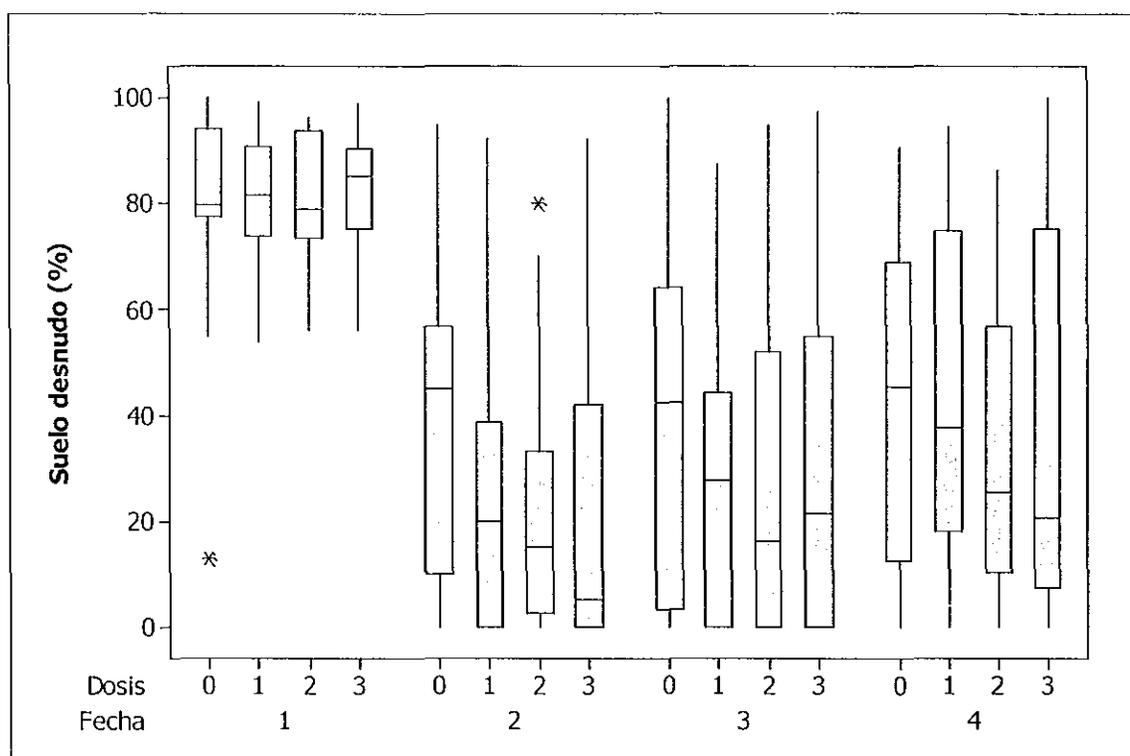
Se registró aquí en primer término esta variable como un indicador de recuperación de la sinusia herbácea asociado a la aplicación de biosólidos.

#### 9.1.1. Sustrato ígneo



**Figura 5.** Gráfico de rango medio, medias de suelo desnudo (cm<sup>2</sup>) y su error estándar asociado a las dosis de biosólidos aplicados en sustrato ígneo.

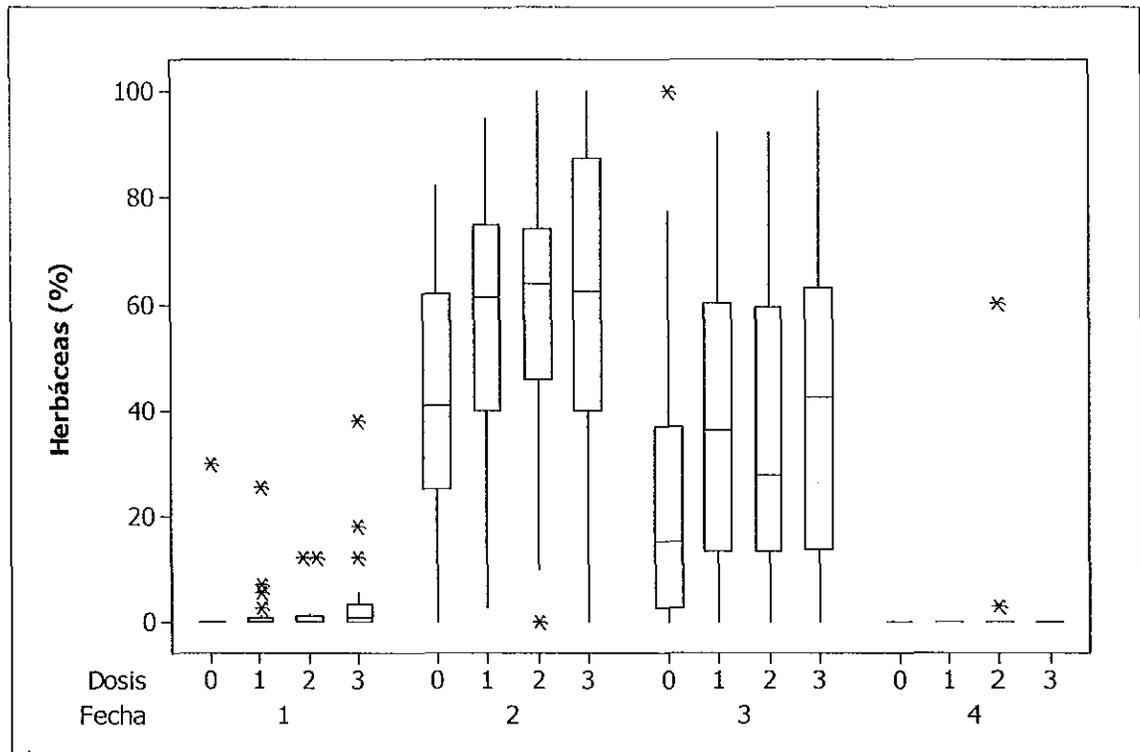
La respuesta de suelo desnudo disminuyó en general con la aplicación de biosólidos (Fig. 5); en promedio la dosis 2 (7 ton/ha) fue la que presentó menor espacio de suelo desnudo. Sin embargo, el valor de  $p$  (0.17), indica que no hay una diferencia significativa estadísticamente entre las dosis observadas. El patrón de respuesta indica que las parcelas correspondientes a la dosis control fueron las que registraron el valor de media de suelo desnudo más alta (49.05  $\text{cm}^2$ ). Las parcelas sin aplicación de biosólidos tuvieron medias de suelo más bajas, es decir, ocurrió una mejoría en la cobertura vegetal de estos sitios, aunque no hay diferencia significativa.



**Figura 6.** Gráfica de caja y bigotes para la respuesta de “suelo desnudo” de acuerdo a las dosis aplicadas y las fechas observadas en sustrato ígneo.

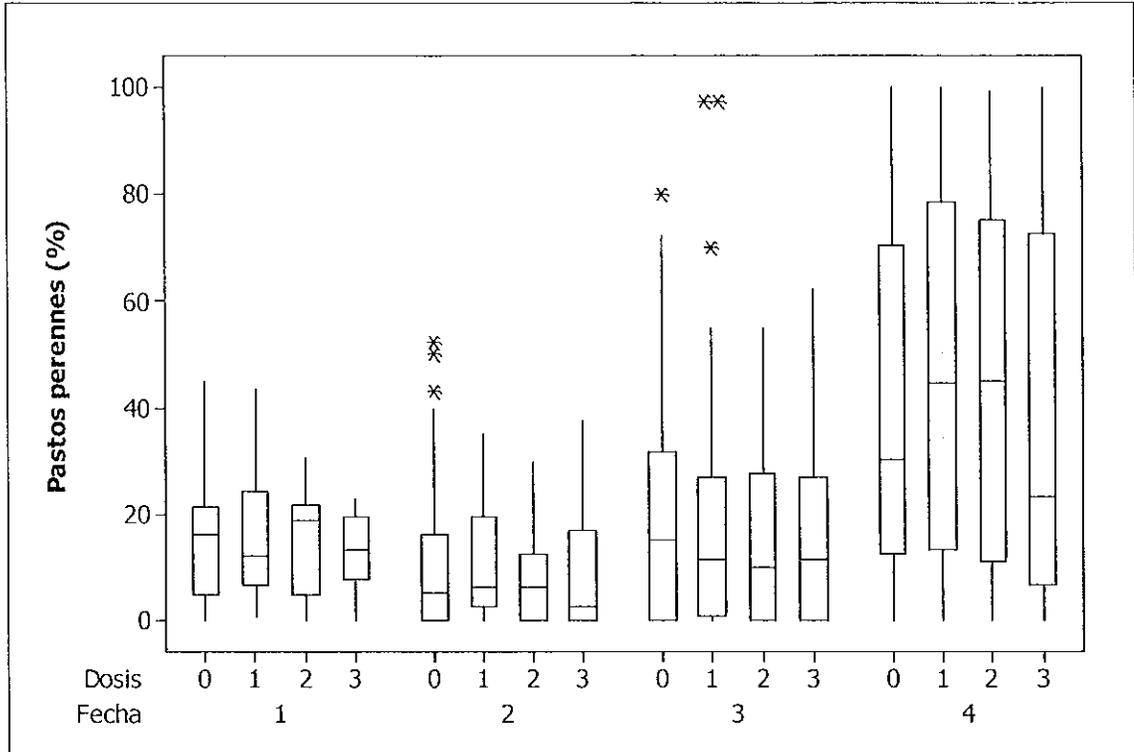
Una revisión más detallada de fechas y dosis indica una importante disminución del suelo desnudo para la segunda fecha (Fig. 6). Estos niveles parecen mantenerse para septiembre'07 y comenzar a repuntar para abril del 2008. Esto indica que hay un efecto combinado de la dosis de los biosólidos aplicados y las lluvias; las lluvias de agosto de 2006 provocaron una condición

favorable para los pastos y las hierbas aumentaron notoriamente su cobertura. Con respecto a la última fecha de observación, esta condición parece persistir, aunque en menor medida.



**Figura 7.** Gráfica de caja y bigotes para la respuesta de “herbáceas” de acuerdo a dosis y fecha para sustrato ígneo.

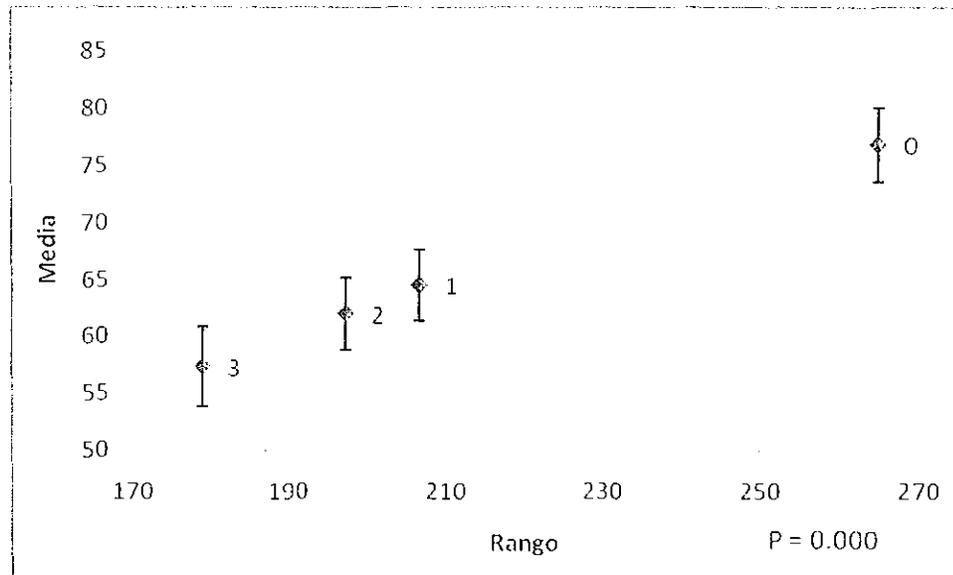
La respuesta obtenida para esta sinusia, está totalmente relacionada con la época de lluvias, ya que las coberturas máximas observadas se registraron para la segunda y tercera fecha (septiembre 2006, 2007). Este fenómeno provocó que los pastos que se manifestaron para esas temporadas fueran difícilmente observables para su cuantificación.



**Figura 8.** Gráfica de caja y bigotes para la respuesta de “pastos perennes” de acuerdo a dosis y fecha para sustrato ígneo.

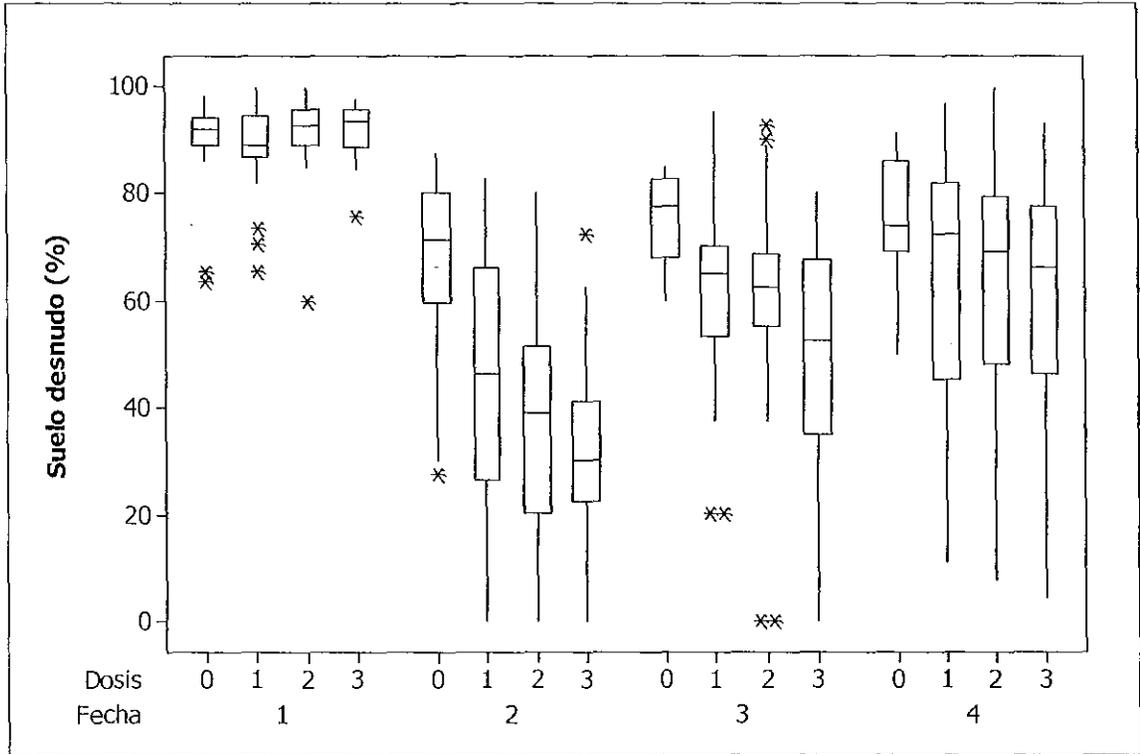
La respuesta de los pastos perennes fue favorable (Fig. 8). La segunda fecha, donde se esperaría una mejor respuesta, se observa que los niveles de cobertura de este grupo funcional disminuyen un poco con respecto a la primera fecha. Esto se puede atribuir a que la abundancia de herbáceas que se presentó para esta época opacó su presencia en las fotografías. Sin embargo, la mejor repuesta se observó en la época seca, ya que las herbáceas no son una obstrucción visual, donde la cobertura es cercana al 80%, pero posiblemente también es resultado del efecto acumulado de la aplicación de los biosólidos y la disponibilidad de nutrientes de las herbáceas del ciclo previo.

### 9.1.2 Sustrato calcáreo



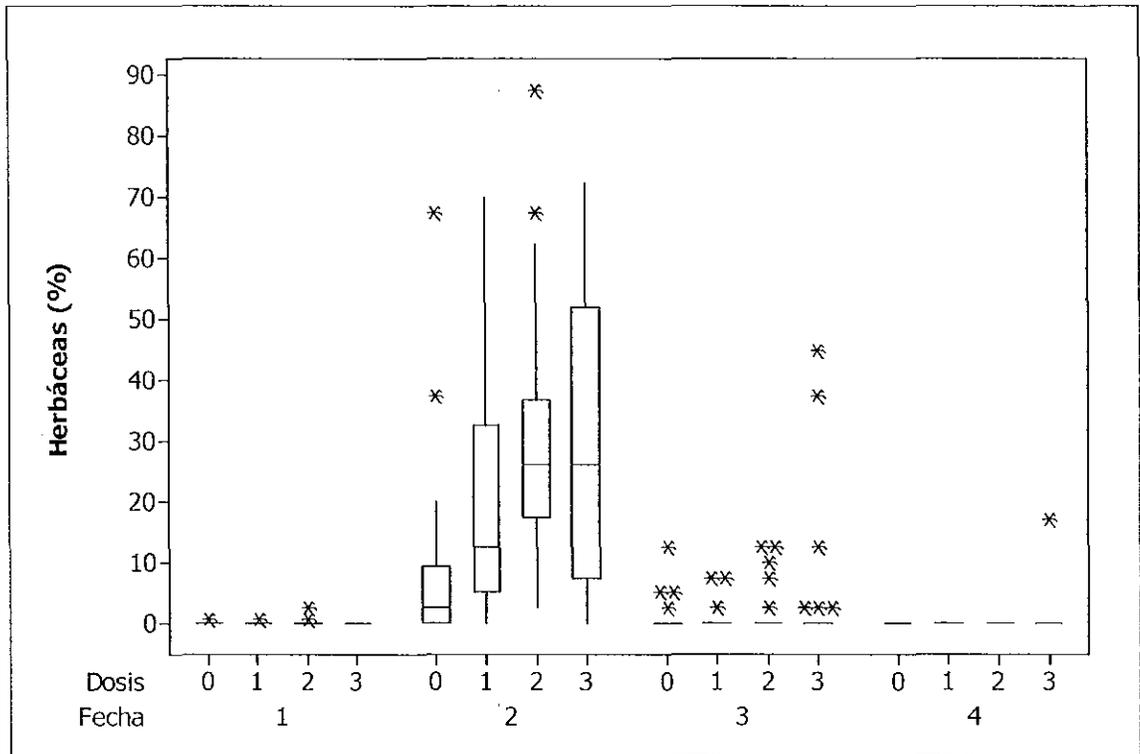
**Figura 9.** Gráfico de rango medio, medias de suelo desnudo (cm<sup>2</sup>) y su error estándar asociado a las dosis de biosólidos aplicados en sustrato calcáreo.

La respuesta de suelo desnudo en este sustrato se redujo donde se aplicaron biosólidos (Fig.9), donde se observa que la dosis 3 (10.5 ton/ha) fue la que mostró la mejor respuesta a la aplicación. La diferencia entre las dosis aplicadas es altamente significativa ( $p = <0.05$ ), por lo que el patrón de respuesta indica que las mejoras en la cobertura vegetal se expresaron de acuerdo a la cantidad de biosólidos aplicados, es decir, el suelo desnudo se vio altamente reducido en las parcelas donde se aplicó la dosis 3 (media = 57.31 cm<sup>2</sup>); las parcelas control no mostraron mejoría contundente durante el proyecto (media = 76.76 cm<sup>2</sup>).



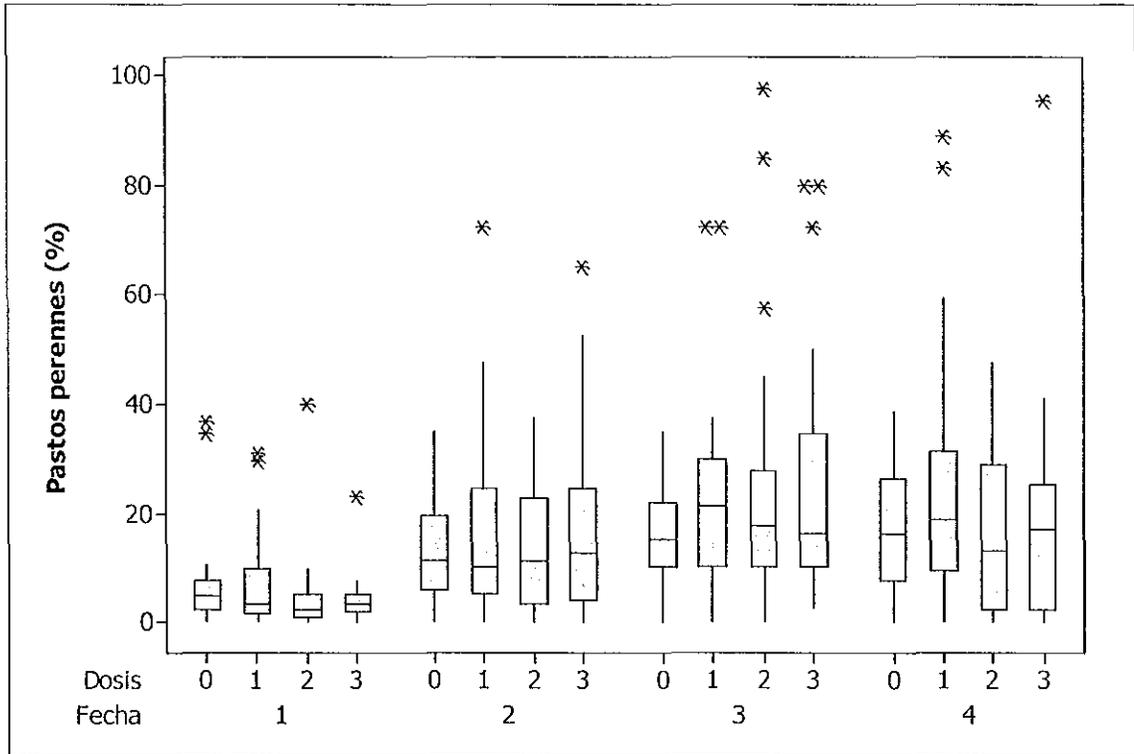
**Figura 10.** Gráfica de caja y bigotes para la respuesta “suelo desnudo” de acuerdo a las dosis aplicadas y las fechas observadas en sustrato calcáreo.

El análisis a detalle de esta respuesta indica que el suelo desnudo redujo su porcentaje de forma importante durante la segunda fecha (Fig. 10) en las exclusiones donde se aplicaron los biosólidos, en cambio, se observó en las exclusiones control una disminución menor. Sin embargo, estos porcentajes se reducen progresivamente para septiembre '07 y abril '08, sin llegar a los valores iniciales.



**Figura 11.** Gráfica de caja y bigotes para la respuesta “herbáceas” de acuerdo a dosis y fecha para sustrato calcáreo.

En el caso particular de esta sinusia, la respuesta está totalmente relacionada con las precipitaciones del 2006 (Fig. 11), ya que es en esta fecha donde se observó una respuesta favorable, alcanzando un 50% de cobertura correspondiente a la dosis 3 (10.5 ton/ha). En 2007 se registraron respuestas aisladas de algunas especies de herbáceas, que sin embargo, no alcanzaron los porcentajes observados en la fecha anterior.



**Figura 12.** Gráfica de caja y bigotes para la respuesta de “pastos perennes” de acuerdo a dosis y fecha para sustrato calcáreo.

Lo observado en la respuesta de los pastos perennes fue una respuesta poco favorable a la aplicación de los biosólidos (Fig. 12), donde la mejor respuesta se observó en septiembre’07, donde la cobertura de la dosis 3 (10.5 ton/ha), que fue la más elevada. No obstante, los porcentajes de cobertura se mantuvieron constantes durante 2007 y 2008. Esta respuesta pudo ser el resultado de la elevada cobertura de herbáceas observada en agosto’06, los nutrientes proporcionados por estas debido al proceso de descomposición, en conjunto con el efecto de exclusión en este sustrato.

Los resultados reportados por Jurado *et al.* (2004) sobre el efecto de la aplicación superficial de biosólidos, en una dosis de 1t MS/ha en la producción de forraje de zacate navajita en zonas semiáridas de New Mexico, no se registraron efectos positivos durante dos años de estudio; sin embargo, con dosis más altas se encontraron efectos benéficos en la producción de forraje con zacates navajita, galleta, toboso, zacatón alcalino en el oeste de Colorado, EUA.

En Jurado *et al.* (2007) se reportó que la producción de forraje se incrementó con la aplicación de biosólidos ( $p \leq 0.0001$ ) en un pastizal compuesto por zacate

navajita (*B. gracilis*), tres barbas (*Aristida* sp.), navajita velluda (*B. hirsuta*) y escorpión (*B. scorpioides*), con incrementos del 550% en la dosis de 90 kg/ha y de 650% en la dosis de 90 Mg/ha.

## 9.2. Carbono total

### 9.2.1 Sustrato ígneo

Las concentraciones de Carbono que se observaron entre las diferentes dosis aplicadas de biosólidos en este sustrato, no mostraron diferencia significativa entre ellas ( $p = 0.977$ ). Sin embargo, cabe destacar que en las parcelas control la concentración media registrada fue la más elevada (1.75%) y el más bajo se registró en las parcelas donde se aplicó la dosis 3 (10.5 ton/ha) en que se obtuvo una concentración de 1.53% (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Concentración de Carbono total en sustrato ígneo. (%).

Dosis	C %			
	0	1	3	4
Media	1.75	1.67	1.56	1.59
E.E.	0.493	0.302	0.123	0.35
N	6	7	7	4

### 9.2.2. Sustrato calcáreo

Al igual que en el sustrato ígneo, las concentraciones de carbono total no presentan diferencias significativas ( $p = 0.986$ ), sin embargo los porcentajes registrados son mucho mayores a los del sustrato ígneo. En detalle, se observa en el Cuadro 2 que las parcelas correspondientes a la dosis control registraron la menor concentración, y entre el resto de las dosis observadas la diferencia es prácticamente nula. El porcentaje alto de concentración de C en este sustrato puede deberse a la poca profundidad del suelo y la elevada presencia de caliche.

**Cuadro 2.** Concentración de Carbono total en sustrato calcáreo. (%).

	C %			
Dosis	0	1	3	4
Media	4.74	4.92	4.89	4.9
E.E.	0.3	0.22	0.66	0.18
N	8	6	6	4

### 9.3 Nitrógeno total

#### 9.3.1 Sustrato ígneo

Lo observado para esta respuesta indicó que no hay una diferencia significativa en las concentraciones de nitrógeno entre las diferentes dosis observadas ( $p= 0.924$ ). En el Cuadro 3 se observa que la dosis que presentó un mejor resultado fue la dosis 1 (3.5 ton/ha).

**Cuadro 3.** Concentración de Nitrógeno en sustrato ígneo. (%).

	N %			
Dosis	0	1	3	4
Media	0.161	0.169	0.152	0.15
E.E.	0.04	0.02	0.01	0.02
N	6	7	7	4

#### 9.3.2 Sustrato calcáreo

Para esta respuesta no se registro diferencia significativa alguna entre las dosis observadas, ( $p = 0.986$ ). La dosis que mejor respuesta generó en este proyecto fue la correspondiente al exterior de las exclusiones (Cuadro 4) y es de destacar que las dosis control y la 3 (10.5 ton/ha), registraron valores de media iguales.

**Cuadro 4.** Concentración de Nitrógeno en sustrato calcáreo. (%).

	N %			
Dosis	0	1	3	4
Media	0.249	0.271	0.249	0.28
E.E.	0.008	0.01	0.01	0.01
N	8	6	6	4

En lo reportado por Jurado *et al.* (2004) el efecto de la aplicación única y superficial de biosólidos durante el otoño en un pastizal de toboso (*Hilaria mutica* (Buckl.) Benth), el contenido de N total en el suelo permaneció similar en áreas tratadas y no tratadas.

#### 9.4 Nitratos

##### 9.4.1 Sustrato ígneo

Las respuestas para esta variable ( $p = 0.074$ ), muestran que no hay una diferencia significativa estadísticamente entre las medias observadas generadas por las diferentes dosis de biosólidos. En el Cuadro 5 se observa que las parcelas donde se aplicó la dosis más alta, fueron las más beneficiadas, ya que mostraron un valor de media más alto (19.49 ppm), resultado de un alto contenido de biomasa generado en la superficie de estas parcelas.

**Cuadro 5.** Concentración de Nitratos en sustrato ígneo. (ppm).

	NO <sub>3</sub> (ppm)			
Dosis	0	1	3	4
Media	6.73	11.88	19.49	7.45
E.E.	3.85	2.23	4.68	2
N	6	7	7	4

##### 9.4.2 Sustrato calcáreo

En lo que respecta a los valores de media de nitratos registrados para este sustrato, la diferencia entre estas resultó ser no significativa ( $p= 0.722$ ). Se observa en el Cuadro 6 que la media correspondiente a la dosis 1 fue el más alto (10.06 ppm), contrario a lo observado en suelo ígneo.

**Cuadro 6.** Concentración de Nitratos en sustrato calcáreo. (ppm).

	NO <sub>3</sub> (ppm)			
Dosis	0	1	3	4
Media	7.12	10.06	5.93	5.55
E.E.	1.58	4.45	2.38	3.31
N	8	6	6	4

Es de destacar las respuestas observadas para dosis 4 (fuera de las exclusiones) en ambos sustratos, ya que era esperado que al exterior de las exclusiones la concentración de biomasa que permita la acumulación de nitratos fuera menor en comparación con las condiciones de las parcelas. Sin embargo, en el sustrato ígneo esta respuesta es mayor que la control, esto puede ser resultado de una valor de la cobertura vegetal alto, a pesar del pastoreo, en comparación con el suelo calcáreo.

En lo que reporta Jurado *et al.* (2004) la aplicación superficial de biosólidos mostró efectos favorables en la concentración de NO<sub>3</sub>-N en suelos de pastizales semiáridos en Texas. En ambos casos, las dosis altas en la primavera incrementaron más el contenido de NO<sub>3</sub>-N en el suelo en relación con las de verano. Además señala que el efecto de la aplicación única y superficial de biosólidos durante el otoño en un pastizal de toboso (*Hilaria mutica* (Buckl.) Benth), incrementó el nitrógeno asimilable (NO<sub>3</sub>-N) en el suelo hasta cuatro veces más con una dosis de 34 t MS/ha.

#### 9.5 Relación C/N

Los datos observados para el sustrato calcáreo, altos en comparación con el sustrato ígneo (Cuadro 7), se debe a la presencia de caliche cerca de la superficie, por lo que los carbonatos presentes en estas se encuentren disponibles debido a la transpiración. Y en la dosis 3 (10.5 ton/ha), el contenido de materia orgánica contenida en los biosólidos provocó este resultado.

**Cuadro 7.** Relación Carbono/Nitrógeno correspondiente a cada dosis aplicada por sustrato.

Relación C/N			
Sust. Calcáreo		Sust. Ígneo	
Dosis	Media	Dosis	Media
0	19.24	0	11.14
1	18.39	1	9.62
3	27.79	3	10.24
4	17.4	4	10.13

## 9.6 Fosfatos

### 9.6.1 Sustrato ígneo

Los valores de media generados por las dosis observadas, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $p = 0.00$ ). De acuerdo a lo postulado por Olsen (1954) (Tabla 2), los niveles de fósforo en este sustrato son altos (Cuadro 8), siendo el valor de media de dosis 3 el más elevado (23.93 ppm).

**Cuadro 8.** Fósforo extraíble en sustrato ígneo. (ppm).

Dosis	Pex (ppm)			
	0	1	3	4
Media	9.47	15.37	23.93	6.72
E.E.	1.2	2.11	2.77	0.74
N	6	7	7	4

### 9.6.2 Sustrato calcáreo

De manera similar que en el sustrato ígneo, la diferencia entre los valores de media obtenidos fueron altamente significativos ( $p= 0.009$ ); donde la dosis 3 fue la que generó el valor de media más alto (29.42 ppm). También los valores obtenidos se ubican dentro de la categoría "Alto", de acuerdo a la clasificación de Olsen (Tabla 2).

**Cuadro 9.** Fósforo extraíble en sustrato calcáreo. (ppm).

Dosis	Pex (ppm)			
	0	1	3	4
Media	11.96	19.93	29.42	7.47
E.E.	3.48	5.6	5.82	1.93
N	8	6	6	4

Jurado *et al.* (2007) reportó que las concentraciones de N y P se incrementaron en forma cuadrática con dosis crecientes de biosólidos, aunque en proporciones diferentes. A su vez, Martínez *et al.* [(2003) en Jurado *et al.* (2006)] señala efectos benéficos de la aplicación de biosólidos de N, P y K en suelo.

#### 9.7 Contenido de materia orgánica

El contenido de M.O. presente en el suelo calcáreo se mantuvo constante, como se observa en el Cuadro 10. Por el contrario, en el suelo ígneo los valores de media registrados no muestran relación alguna con las dosis aplicadas.

**Cuadro 10.** Concentración de materia orgánica (MO) en ambos sustratos. (%)

MO %			
Sust. Calcáreo		Sust. Ígneo	
Dosis	Media	Dosis	Media
0	4	0	2.2
1	4.6	1	3.1
3	4.3	3	2.4
4	4.8	4	5.5

De acuerdo a lo reportado por Jurado *et al.* (2004) algunos autores indican efectos muy reducidos en la MO del suelo con la aplicación de biosólidos en pastizales. Se ha observado que la aplicación superficial de 7 a 90 t MS/ha incrementa la concentración de MO en la costra de suelos arenosos y arcillosos en la medida que aumenta la dosis.

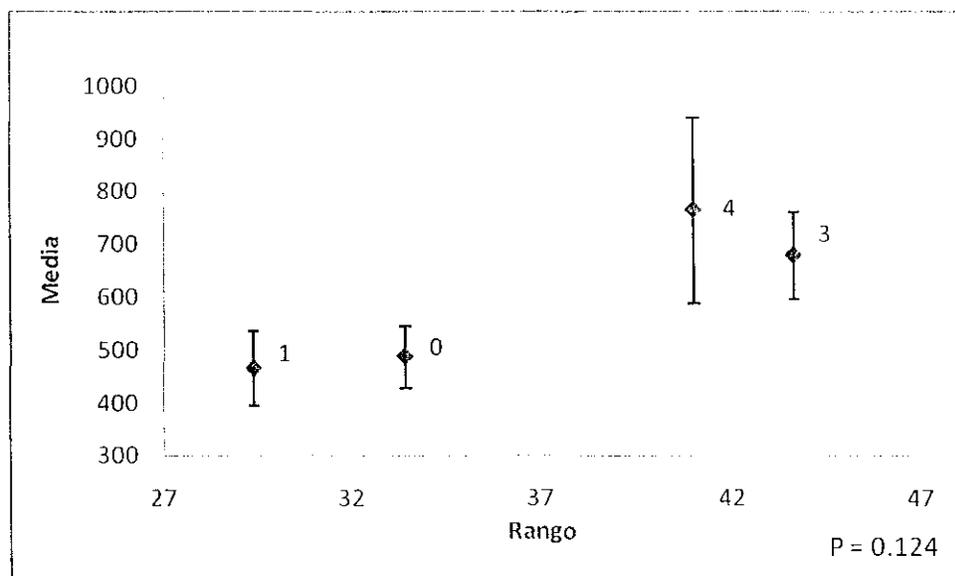
En cuanto a la MO, Jurado *et al.* (2007) describe que no se presentaron diferencias significativas ( $p \geq 0.4768$ ), con valores de  $1.3 \pm 0.03\%$ , ya que los

biosólidos no aportan MO a corto plazo, ya que la descomposición de esta es un proceso lento en condiciones semiáridas.

## 9.8 Infiltración

### 9.8.1 Sustrato ígneo

Se observó que no hay efecto ( $p = 0.124$ ) de la dosis para esta variable. Se registró un patrón que indica que la dosis 1 generó los valores más rápidos de infiltración (Figura 13). En contraste, la dosis 3 presentó los niveles de infiltración más lentos. Esto significa que no hay un efecto específico de las dosis sobre la infiltración del suelo, sino que el efecto aleatorio espacial entre exclusiones es el responsable de estos patrones de variación.

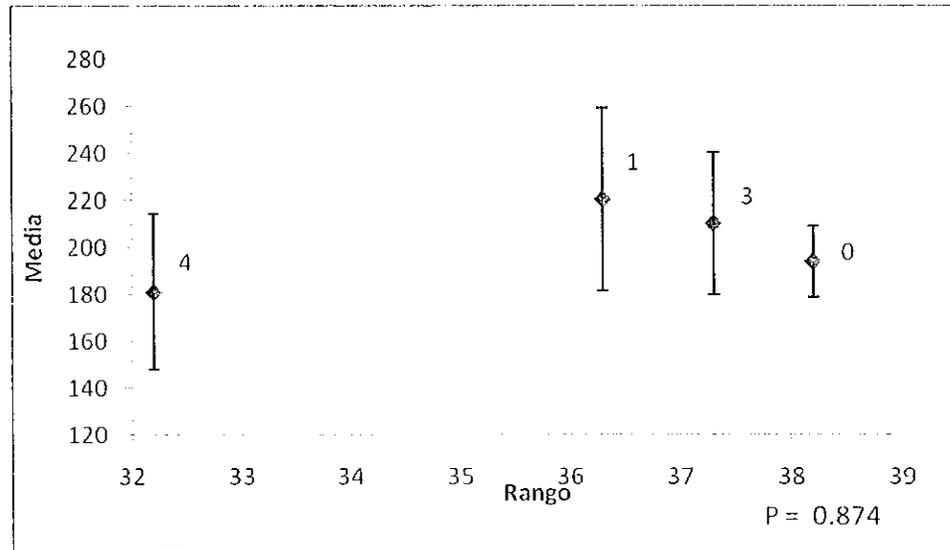


**Figura 13.** Gráfico de rango medio, medias de infiltración (ml/s) y su error estándar asociado a las dosis de biosólidos aplicados en sustrato ígneo.

### 9.8.2. Sustrato calcáreo

No se observó una diferencia significativa entre dosis ( $p = 0.874$ ). Las parcelas donde se aplicaron las dosis más altas fueron las que registraron las velocidades de infiltración más rápidas. (Figura 14). Sin embargo, la dosis 4

generó la media más baja en esta variable (181.1 ml/s). La variabilidad de los resultados observados se debió al efecto aleatorio espacial del área de estudio, en conjunto con las dosis aplicadas.



**Figura 14.** Gráfico de rango medio, medias de infiltración (ml/s) y su error estándar asociado a las dosis de biosólidos aplicadas en sustrato calcáreo.

En Jurado *et al.* 2004 se reportó que en estudios realizados en New Mexico, Colorado y Texas, en pastizales degradados de zacate navajita *B. gracilis*, la aplicación superficial de biosólidos en dosis desde 7 hasta 90 t MS/ha, aumentó la infiltración de agua.

Moffet *et al.* (2005) reporta incremento en la infiltración debido a la aplicación de biosólidos; donde en suelo desnudo se registraron velocidades de infiltración más rápidas que en suelo con vegetación.

## 9.9 Densidad aparente

### 9.9.1 Sustrato ígneo

No se observó una diferencia significativa entre los valores de densidad aparente entre las parcelas muestreadas ( $p = 0.200$ ). De acuerdo a la clasificación de la FAO (2006) las medias obtenidas para las dosis 0, 1 y 4,

entran en la categoría BD2, (por registrar valores entre 1.2 y 1.4 kg/dm<sup>3</sup>) de la clasificación de estimación de campo de densidad aparente, que se encuentran en el límite óptimo para el crecimiento de raíces, aireación adecuada y filtración ideal de agua (debajo de 1.3 kg/dm<sup>3</sup>). Por otro lado, la dosis 3 (media = 1.19 kg/dm<sup>3</sup>) se encuentra en la categoría BD1 (de 0.9 a 1.2 kg/dm<sup>3</sup>). A partir de estos datos, esta clase de suelo se clasifica como “muy suelto” de acuerdo con la Figura 1, en conjunto por ser de textura franco-arenosa y al contenido moderado de arcilla (14 %).

#### 9.9.2 Sustrato calcáreo

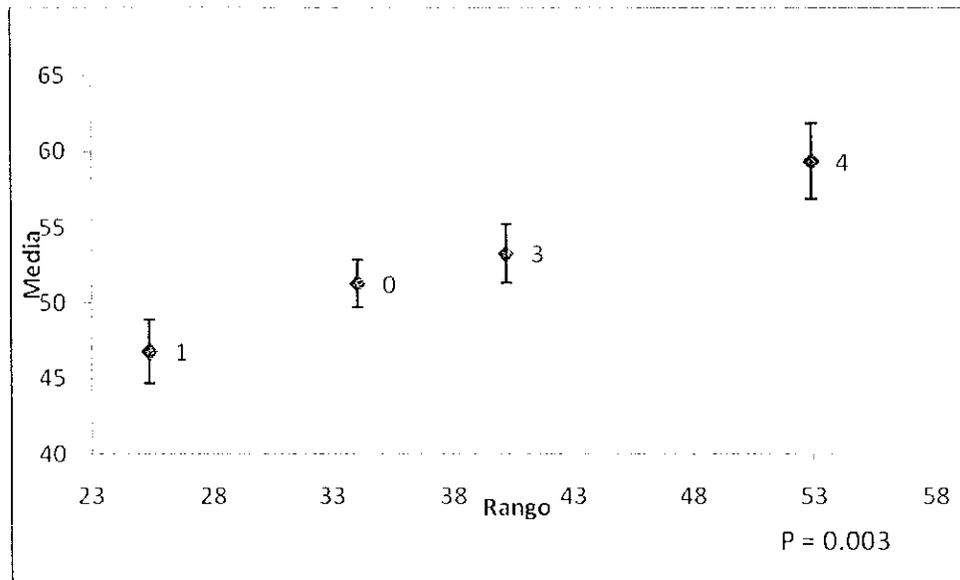
Los resultados de la prueba estadística indicaron una respuesta inversa para el efecto de dosis de biosólidos para esta variable, sin que sea estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ). Los resultados obtenidos para las dosis 0 y 4 se ajustan dentro de la categoría BD2 (1.2 – 1.4 kg/dm<sup>3</sup>), de la clasificación de la FAO(2006) (Figura 1), en tanto que las dosis 1 y 3 se colocan dentro de la categoría BD1, por estar entre 0.9 y 1.2 kg/dm<sup>3</sup>. De acuerdo con el esquema de clasificación de densidad aparente, estas clases se catalogan como suelos “muy sueltos”, debido a su contenido moderado de arcilla (17%) y de textura franca.

En lo reportado por Jurado *et al.* (2004), se observó que para los pastizales de Texas, la densidad relativa de dos tipos de suelo, disminuyó solamente en la dosis más alta aplicada de 90 t MS/ha después de 18 meses de la aplicación superficial.

### 9.10 Resistencia a la penetración

#### 9.10.1 Sustrato ígneo

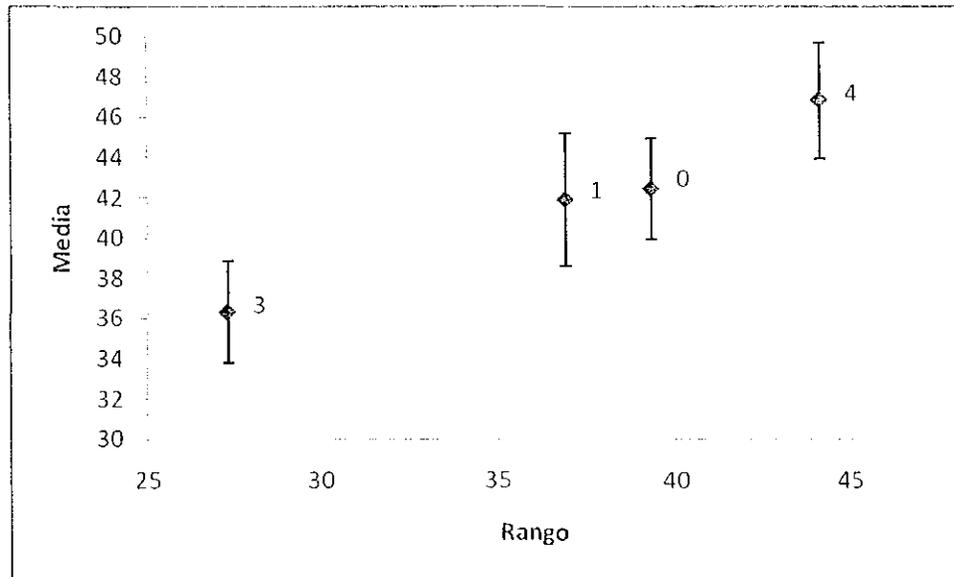
Se registró una diferencia altamente significativa entre las dosis aplicadas en este sustrato ( $p = 0.003$ ). Se aprecia que la dosis 1 (Figura 15) es la que opuso una menor resistencia a ser penetrado (media = 46.78 kg/cm<sup>2</sup>); a su vez lo observado para la dosis 4 registró la media más alta (59.38 kg/cm<sup>2</sup>), con esto se establece que el efecto de exclusión favoreció en gran medida a reducir la dureza del suelo, debido a que se eliminó el paso de ganado sobre las parcelas estudiadas.



**Figura 15.** Gráfico de rango medio, medias de resistencia a la penetración ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) y su error estándar asociado a las dosis de biosólidos aplicados en sustrato ígneo.

#### 9.10.2 Suelo calcáreo

No se registró una diferencia de efecto de las dosis aplicadas ( $p = 0.146$ ). Se observó una respuesta positiva de acuerdo a las dosis aplicadas: la resistencia fue menor dentro de las parcelas donde se aplicó la dosis más alta (media =  $35.47 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ). En cambio el valor más alto registrado fue para la dosis 4 (media =  $45.17 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ) (Figura 16). Esto significa que se obtuvo un mejoramiento de esta condición en este sustrato por la aplicación de los biosólidos.



**Figura 16.** Gráfico de rango medio, medias de resistencia a la penetración (kg/cm<sup>2</sup>) y su error estándar asociado a las dosis de biosólidos aplicados en sustrato calcáreo.

## 9.11 Profundidad

### 9.11.1 Sustrato ígneo

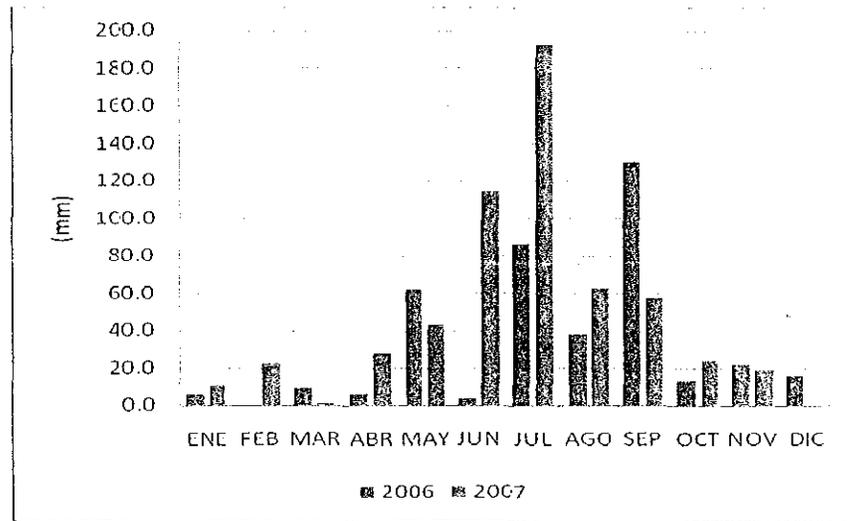
Se observó que no hubo una diferencia de efecto entre dosis ( $p = 0.989$ ). Las medias registradas van de 57.75 cm. (dosis 4) hasta 59 cm (dosis 3). Los resultados obtenidos determinan que la aplicación de los biosólidos, aunado a otros factores, p.e.la presencia de herbáceas y sus restos, permitió una recuperación del perfil superficial del suelo.

### 9.11.2 Sustrato calcáreo

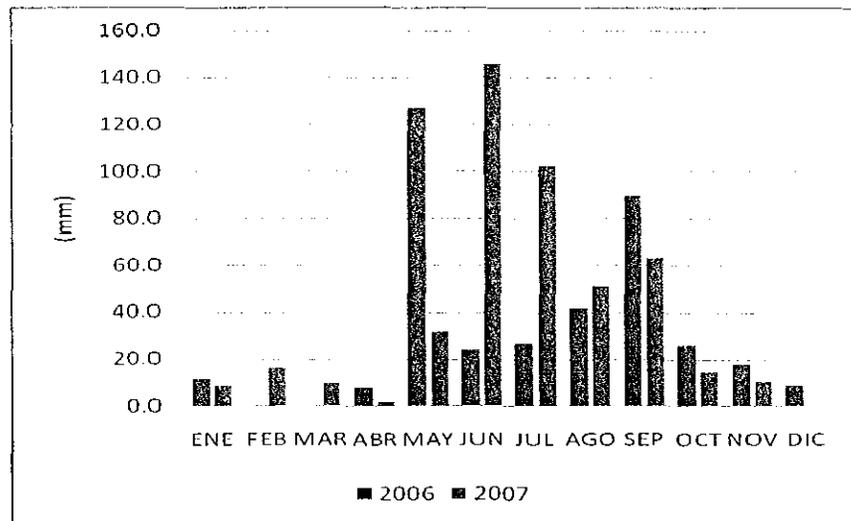
En el resultado de la prueba estadística no se distinguió una diferencia del efecto de aplicación de las diversas dosis de biosólidos en este sustrato ( $p = 0.058$ ). Por otro lado, es de destacar que en donde se observó una mayor profundidad fue la correspondiente a la dosis 4 (media = 23.79 cm) y los valores más bajos para dosis 1 y 3 (16.11 cm y 18.31 cm, respectivamente). Por lo tanto, la condicionante para estas respuestas fue la aleatoriedad de las exclusiones analizadas.

## 9.12 Precipitación pluvial

Se registraron altos niveles de precipitación en los meses de junio y julio del 2007 en comparación con el año anterior, lo que causó respuestas desfavorables en las respuestas de las herbáceas.



**Figura 17.** Gráfica de barras para precipitación total mensual registrada en los años 2006 y 2007 en la estación meteorológica "Los Pilares" del Mpio. de Ahualulco del Sonido 13, S.L.P.



**Figura 18.** Gráfica de barras para precipitación total mensual registrada en los años 2006 y 2007 en la estación meteorológica "Mexquitic" del Mpio. de Mexquitic de Carmona, S.L.P.

La limitante de los valores bajos de precipitación en 2006, fue factor limitante en las respuestas de herbáceas en la primera fecha de observación, de los pastos perennes en las fechas 1 y 2 en el sustrato ígneo; en el sustrato calcáreo limitó la respuesta de los pastos y de las herbáceas en la fecha 1. Situación contraria observada para la fecha 3, correspondiente a agosto 2007, en las respuestas de suelo desnudo, pastos perennes y herbáceas.

## 10. Conclusiones

El presente trabajo mostró que la aplicación superficial de biosólidos en suelos de agostadero puede contribuir al mejoramiento de sus condiciones físico-químicas, así como tener resultados positivos en la producción de forraje.

De los dos sustratos el que mejores resultados generó fue el sustrato calcáreo, donde la relación C/N, porcentaje de fósforo extraíble, contenido de materia orgánica, velocidad de infiltración indica que la presencia de nutrientes permite que las especies nativas de pastos y hierbas tengan el aporte necesario para mantener y aumentar su producción. Esto en conjunto, es un buen indicativo de que el uso de esta técnica aporta elementos esenciales para mejorar las capacidades de producción de pastos útiles para el ganado. De acuerdo a estos resultados, los biosólidos podrían ser una alternativa para mejorar las condiciones de este sustrato en el mediano plazo, disminuyendo así la necesidad de abrir nuevas tierras de pastoreo.

Por otro lado, los resultados observados en el sustrato ígneo arrojaron que el crecimiento en la cobertura de los pastos y herbáceas se vio altamente beneficiado por la aplicación de los biosólidos y que estos resultados permanecieron en los años posteriores. Sin embargo, en el resto de las variables se registraron resultados menores en comparación con el sustrato calcáreo. Lo que se concluye que para este tipo de sustrato, la aplicación de biosólidos puede ser menor a la del sustrato calcáreo.

La conexión entre las dosis aplicadas y las respuestas observadas es poco clara, ya que se esperaba que en las parcelas donde se aplicaron las dosis más elevadas, las respuestas también lo fueran.

Con un análisis a corto plazo de las características físico-químicas del suelo se podrán observar mejor los resultados, positivos o negativos, de la aplicación de biosólidos, así como la dosis que mejor resultados aporte.

Es imperativo llevar a cabo más estudios relacionados con el aprovechamiento y los efectos de la aplicación de biosólidos en los pastizales de mexicanos para reducir el avance de la erosión de los suelos por sobrepastoreo, ya que la información generada a nivel nacional es escasa.

## 11. Literatura citada

- \* Alcaraz A., Francisco. (2008), *Geobotánica: Tema 9*. Formaciones vegetales. Universidad de Murcia, España. (consultado el 8 de octubre de 2008) <http://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema09.pdf>
- \* Álvarez R. (2007). Balance de Carbono en los Suelos. Publicado el 9 de abril de 2007. (Consultado el 17 de julio de 2009) [http://www.engormix.com/balance\\_carbono\\_suelos\\_s\\_articulos\\_1457\\_AGR.htm](http://www.engormix.com/balance_carbono_suelos_s_articulos_1457_AGR.htm)
- \* Anónimo. (2002). Comisión Nacional de Riego. Infoagro.com (consultado 19 de marzo de 2009) [http://www.abcagro.com/riego/compactacion\\_suelos.asp](http://www.abcagro.com/riego/compactacion_suelos.asp)
- \* Beetle, A. A, *et al.* (1983), *Las gramíneas de México*. Tomo I. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México.
- \* Beetle, A. A. *et al.* (1987), *Las gramíneas de México*. Tomo II. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México.
- \* Beetle, A. A. *et al.* (1991), *Las gramíneas de México*. Tomo III. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. Subsecretaría de Ganadería. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México.
- \* Beetle, A. A. *et al.* (1995), *Las gramíneas de México*. Tomo IV. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. Subsecretaría de Agricultura y Ganadería. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. México.
- \* Beltrán L., Sergio, Urrutia M., Jorge, Loreda O., Catarina. (2005), *Pastoreo rotacional en Agostaderos*. Campo Experimental San Luis. Centro de Investigación Regional del Noreste. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Desplegable para productores no. 19, Mayo de 2005. (Consultado el 6 de agosto de 2008) <http://www.oeidrusslp.gob.mx/modulos/biblioteca/pecuario/Pastoreo%20Rotacional%20en%20Agostaderos%20.pdf>
- \* Bond, W. J. & Keeley, J. E. (2005), *Fire as a global 'herbivore': the ecology and evolution of flammable ecosystems*. Trends in Ecology & Evolution, 20: 387-394.
- \* Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA). (1994), *Manejo y rehabilitación de los agostaderos de las zonas áridas y semiáridas de México*

- (región norte). Saltillo, Coahuila, México. (Consultado el 10 de febrero de 2009) [http://repositorio.ine.gob.mx/ae2/ae\\_333.736153\\_c655.pdf](http://repositorio.ine.gob.mx/ae2/ae_333.736153_c655.pdf)
- \* Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). (1974), *Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana*. Estado de San Luis Potosí. Secretaria de Agricultura y Ganadería. México D.F.
  - \* Correll., D., & Johnston., M. *et al.* (1970), *Manual of the vascular plants of Texas*. Texas Research foundation. Renner, Texas.
  - \* U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (1995). *A guide to the Biosolids Risk Assessments for the EPA Part 503 Rule*. Chapter 4 Risk Assessment. Office of Wastewater Management. Washington, DC. USA. (consultado el 26 de marzo de 2009.) <http://www.epa.gov/OWM/mtb/biosolids/503pe/>
  - \* Flores F.,J.L. (en prensa)
  - \* Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2006), *Guidelines for soil description*. 4th Edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
  - \* FOSEMARNAT-2004-001-406. Proyecto "Evaluación de biosólidos municipales como mejoradores de suelos en el Altiplano Potosino" 2006 - 2008. CONACYT. México.
  - \* García-Moya, E. and C.M. McKell. (1970). Contribution of shrubs to the nitrogen economy of a desert wash community. *Ecology* 51:81-88.
  - \* Herrera A., Yolanda. (2001), *Las gramíneas de Durango*. Instituto Politécnico Nacional-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Editorial Filo de Agua. Durango, México.
  - \* Instituto Nacional de Ecología (INE) y Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). (1999), *La Evaluación de la Degradación del Suelo Causada por el Hombre*. Inventario Nacional de Suelos, Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos. (Consultado el 13 de agosto de 2008) <http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/312/sueloedo.html>
  - \* Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (1979), Carta de uso de suelo. F14A73 Municipio de Ahualulco del Sonido 13, San Luis Potosí. 1: 50,000. México.
  - \* Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (1979), Carta edafológica. F14A73 Municipio de Ahualulco del Sonido 13, San Luis Potosí. 1: 50,000. México.
  - \* Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (2002), Gobierno del Estado de San Luis Potosí. Enciclopedia de los Municipios de

- México. San Luis Potosí. Ahualulco. <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/sanluispotosi/municipios/24001a.htm>
- \* Jaramillo, V.V. (1994). Revegetación y reforestación en las áreas ganaderas en las zonas áridas y semiáridas de México. COTECOCA. SARH. México.
  - \* Miranda, K.M., Espey, M.G. y Wink, D.A. (2001). A rapid, simple spectrophotometric method for detection of nitrate and nitrite".
  - \* Nacci S., & Pla S., I. (1992), Estudio de la resistencia a la penetración de los suelos con equipos de penetrometría desarrollados en el país. *Revista Científica Agronomía Tropical*. Vol.42 (1-2):115-132. (consultado el 15 de marzo de 2009). [http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at4212/Arti/nacci\\_s2.htm](http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at4212/Arti/nacci_s2.htm)
  - \* Navarro B., S., Navarro G. G. (2003). Química agrícola: el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. 2da. Edición. Mundi-Prensa Libros. [http://books.google.com.mx/books?id=G3ixH8ALMpcC&printsec=frontcover&source=gbs\\_v2\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=G3ixH8ALMpcC&printsec=frontcover&source=gbs_v2_summary_r&cad=0#v=onepage&q=&f=false)
  - \* Norma Oficial Mexicana (2003), NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental.-Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Diario Oficial de la Federación. 15 de agosto. México D.F.
  - \* Olrich, Steven. (19??). *Kruskal-Wallis Multiple Comparisons with a MINITAB Macro Dunn's Test*. Minitab Inc.
  - \* Paul, Elder A. (2007). *Soil microbiology, ecology and biochemistry*. 3<sup>rd</sup>. Edition. Academic Press. USA. (consultado el 18 de mayo de 2009) <http://books.google.com/books?id=gk1KRzYtxfYC&hl=es>
  - \* Pepper, I., Brooks, J., Gerba, C. (2006), "Pathogens in biosolids" *Advances in Agronomy*, Vol. 90.
  - \* Pesinova, Veronika. (2008), "Aprovechamiento de biosólidos del tratamiento de aguas residuales" *Gaceta Ide@as CONCYTEG*. Año 3. Núm 32. 11 de febrero 2008. (consultado el 9 de diciembre de 2008) [http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/formularios/ideasConcyteg/Archivos/32032008\\_II\\_RECICLADO\\_TRATAMIENTO\\_RESIDUOS.pdf](http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/formularios/ideasConcyteg/Archivos/32032008_II_RECICLADO_TRATAMIENTO_RESIDUOS.pdf)
  - \* Plácido de la Cruz, J. M.; Alcalá R., J. M.; De la Garza C., L. & Recalde M., F. (2007); "Empleo de ovinos como agentes de control del zacate carretero (*Bothriochloa pertusa*) en praderas de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) bajo condiciones de temporal". [En línea] *TURevista Digi.U@T* Febrero 2007. Vol 1, Núm. 3 (consultado el 13 de febrero de 2009) [www.turevista.uat.edu.mx](http://www.turevista.uat.edu.mx)

- \* Porta C., Jaime, López A. R., Marta. (2003). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 3ra. Ed. Mundi-Prensa Libros. [http://books.google.com.mx/books?id=GazqVtITqLUC&pg=PA111&client=firefox-a&source=gbs\\_toc\\_r&cad=7#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=GazqVtITqLUC&pg=PA111&client=firefox-a&source=gbs_toc_r&cad=7#v=onepage&q=&f=false)
- \* Reyes, H., Aguilar, M., Aguirre, J., Trejo, I. (2005), Cambios en la cubierta vegetal y uso del suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México, 1973-2000. *Investigaciones Geográficas*, Boletín 59, 2006.
- \* Schlesinger, W.H. & Pilmanis, A.M. 1998. Plant-soil interactions in desert. *Biogeochemistry* 42: 169-187.
- \* Silva Basilio, Patricia. (2008). *Los suelos*. Guías de apoyo. Colegio Domingo Ortiz de Rozas.
- \* Smith, Robert L., Smith, Thomas M. (2001), *Ecología*, 4ta. Edición, Pearson Educación S.A. Madrid, España.
- \* Steubing, L., Godoy, R., Alberdi, M. (2002). Métodos de Ecología vegetal. Colección Textos universitarios Monografía. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. [http://books.google.com.mx/books?id=MJFLjwhXxJ0C&source=gbs\\_navlinks\\_s](http://books.google.com.mx/books?id=MJFLjwhXxJ0C&source=gbs_navlinks_s)
- \* T.C. Collocott, M.A. (1979), Chambers. *Diccionario científico y tecnológico. Español/Inglés/Francés/Alemán*. Tomo I. Ediciones Omega. Barcelona, España.
- \* Thompson L.M., Frederick R.T. (1988). Los suelos y su fertilidad. 4ta Ed. Reverte [http://books.google.com.mx/books?id=AegjDhEIVAQC&source=gbs\\_navlinks\\_s](http://books.google.com.mx/books?id=AegjDhEIVAQC&source=gbs_navlinks_s)
- \* Triola, Mario. (2000). *Estadística elemental*. 7ma. Edición. Addison Wesley Longman, México.
- \* Universidad de Extremadura. (2007) Facultad de Ciencias. Área de Edafología y Química Agrícola. Edafología. Ciencias Ambientales. Lección 3. Morfología del suelo. Pedregosidad. (Consultado el 6 de marzo de 2009). <http://www.unex.es/edafo/ECAP/ECAL3Pedr.htm>
- \* Vélez Z., J.A. (2007), "Los biosólidos: ¿una solución o un problema?" Producción + Limpia. Julio-Diciembre 2007. Vol.2. No. 2. (Consultado el 8 de diciembre de 2008) [http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista+Limpia/vol2n2/P+L\\_V2N2\\_57-71\\_biosolidos.pdf](http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista+Limpia/vol2n2/P+L_V2N2_57-71_biosolidos.pdf)
- \* Villarreal F.R., Martínez V.C., (200?). Manejo de pastizales. Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable San Luis Potosí – SAGARPA. (consultado el 9 de abril de 2009)

<http://www.oeidrusslp.gob.mx/modulos/biblioteca/pecuario/Carga%20Animal.pdf>

- \* Walkey, J.A. & Black, J.A. (1934). Estimation of organic carbon by the chromic acid titration method. Soil Sci. 37 (1934), pp. 29-31.
- \* Wild, A., Russell, E.J. (1992). Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas. Mundi-Prensa Libros.  
[http://books.google.com.mx/books?id=gE6x5iluhGYC&vq=carbono&client=firefox-a&source=gbs\\_navlinks\\_s](http://books.google.com.mx/books?id=gE6x5iluhGYC&vq=carbono&client=firefox-a&source=gbs_navlinks_s)

## 12. Anexo

Forma de vida	Clave : Especie
herb	ama: <b>Amarantaceae (Amar)</b>
anu	ar: <b><i>Aristida</i> sp. (ArSp)</b>
pere	b: <b><i>Buchloë</i> sp. (BuSp)</b>
herb	ba: <b><i>Bahia schaffrenii</i> (BaSc)</b>
pere	c: <b>pasto no identificado (Poac)</b>
pere	cb: <b><i>Bouteloua</i> sp. (BuSp)</b>
pere	cc: <b><i>Cyclostachya stolonifera</i> (CySt)</b>
herb	d: <b>herbácea (Herb)</b>
pere	das: <b><i>Dasyocloa pulchella</i> (DaPu)</b>
semiarb	dy: <b><i>Dysodia</i> sp. (DySp)</b>
herb	ep: <b><i>Euphorbia postrata</i> (EuPo)</b>
pere	era: <b><i>Eragrostis</i> sp. (ErSp)</b>
pere	eri: <b><i>Erioneuron avenaceum</i> (ErAv)</b>
pere	es: <b><i>Scleropogon brevifolius</i> (ScBr)</b>
costra biolo	g: <b>musgo (Cbio)</b>
cactácea globosa	h: <b>cactácea (Cact)</b>
herb	asfis: <b><i>Asphodelus fistulosus</i></b>
pere	mi: <b><i>Microchloa kunthii</i> (MiKu)</b>
pere	mu: <b><i>Mulhenbergia villosa</i> (MuVi)</b>
herb	mo: <b><i>Astragalus quinqueflorus</i> (AsQi)</b>
herb	ox: <b><i>Oxalis</i> sp. (OxSp)</b>
semiarb	zi: <b><i>Zinnia acerosa</i> (ZinA)</b>

total	Herb	Cactg	SemiArb	total	total								
Panual	Herb	Basc	Amar	Lily	Eupo	k	Asqi	Oxp	Herb	globosa	Zino	SemiArb	total
										Cact			tot
0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	15.5
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	36.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	21
0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	21
35	35	2	30	0	0	0	0	0	0	32	0	0	87
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.5
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	22
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	22.5
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	21.5
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	18
0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	22
0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
0	0	4.5	0	0	0	0	0	0	0	4.5	0	0	36.5
0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	18.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	7
0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	21.5
0	0	6.5	0	0	0	0	0	0	0	7	13.5	0	12
0	0	3.5	0	0	0	0	0	0	0	3.5	3	0	25
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	28
0	0	8	0	0	0	0	0	0	25.5	26	0	0	37
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	45
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	7	0	25.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	29
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.5
0	0	5.5	0	0	0	0	0	0	2.5	8	0	0	15.5
0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	19.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	46
0	0	4.5	0	0	0	0	0	0	0	4.5	0	0	9.5
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	22.5
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	1.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	26.5
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1.5	0	0	7.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.5	6.5	0	0	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	9.5
0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	32.5
0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	26
0	0	3.5	0	0	0	0	0	0	0	3.5	0	0	24
0	0	16.5	0	0	0	0	0	0	0	16.5	0	0	44
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	6
0	0	5.5	0	0	0	0	0	0	0	5.5	0	0	26.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19.5
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	11.5
0	0	0.5	0	0	0	0	1	0	1.5	3	0	0	25.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.5
6	6	0	12	0	0	0	0	0	0	12	0	0	18
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	12	12.5	0	0	34.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30.5
0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0.5	0	25
0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	5
0	0	4.5	0	0	0	0	0	0	0.5	5	0	0	20
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	1.5	2	0	0	22
0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	7.5
0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	24
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	1	1.5	0	0	23.5
0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	3.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	24
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.5
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0.5	1.5	0	0	0	14.5
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	14.5
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	10
0	0	0.5	0	0	0	0	0	1.5	2	0	0	0	21.5
0	0	1	0	0	0	0	0	5.5	6.5	0	0	0	28
0	0	4.5	0	0	0	0	0.5	0	0	5	0	0	30
0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	21.5
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	25

i2_p11	i_3	i_3_1	3_1	2	3	1	98.5	1	0.5	0	0	0	0	0	0	15
i2_p20	i_3	i_3_1	3_1	2	3	1	90.5	7	0	0	0.5	0	0	0	0	7.5
i2_p4	i_3	i_3_1	3_1	2	3	1	87	0	0	0	1	0	0	0	0	1
i3_p1	i_3	i_3_1	3_1	3	3	1	76	11.5	0	0	8	0	0	0	0	19.5
i3_p21	i_3	i_3_1	3_1	3	3	1	91.5	5	0	0.5	2.5	0	0	0	0	8
i3_p6	i_3	i_3_1	3_1	3	3	1	89	8.5	0	1	1	0	0	0	0	10.5
i3_p15	i_3	i_3_1	3_1	3	3	1	56	0	2	0	0	0	0	0	0	3
i3_p24	i_3	i_3_1	3_1	3	3	1	73	19	0.5	0	1	0	0	0	0	20.5
i3_p8	i_3	i_3_1	3_1	3	3	1	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i4_p13	i_3	i_3_1	3_1	4	3	1	82	11	0	0	2.5	0	0	0	0	13.5
i4_p18	i_3	i_3_1	3_1	4	3	1	70	21	0	0	0	0	0	0	0	21
i4_p9	i_3	i_3_1	3_1	4	3	1	85	13.5	0	0	0.5	0	0	0	0	14
i4_p10	i_3	i_3_1	3_1	4	3	1	66	13	3	0	0	0	0	0	0	16
i4_p15	i_3	i_3_1	3_1	4	3	1	88	12	0	0	0	0	0	0	0	12
i4_p4	i_3	i_3_1	3_1	4	3	1	78	12.5	0	0	0.5	0	0	0	0	13
i1_p10	i_0	i_0_2	0_2	1	0	2	17.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p14	i_0	i_0_2	0_2	1	0	2	0	0	0	25	0	0	0	0	0	25
i1_p22	i_0	i_0_2	0_2	1	0	2	55.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p1	i_0	i_0_2	0_2	1	0	2	55	35	8	0	0	0	0	0	0	43
i1_p15	i_0	i_0_2	0_2	1	0	2	45	0	0	2.5	0	0	0	0	0	2.5
i1_p19	i_0	i_0_2	0_2	1	0	2	12.5	0	12.5	0	0	0	0	0	0	12.5
i2_p16	i_0	i_0_2	0_2	2	0	2	47	7	0	7	0	0	0	6	0	20
i2_p17	i_0	i_0_2	0_2	2	0	2	2.5	0	40	0	0	0	0	0	0	40
i2_p22	i_0	i_0_2	0_2	2	0	2	35	0	2.5	0	0	0	0	0	0	2.5
i2_p2	i_0	i_0_2	0_2	2	0	2	70	0	5	0	0	0	0	0	0	5
i2_p3	i_0	i_0_2	0_2	2	0	2	57.5	0	10	0	0	0	0	0	0	10
i2_p8	i_0	i_0_2	0_2	2	0	2	15	0	17.5	15	0	0	0	0	0	32.5
i3_p11	i_0	i_0_2	0_2	3	0	2	45	0	5	22.5	0	0	0	0	0	27.5
i3_p23	i_0	i_0_2	0_2	3	0	2	5	0	0	12.5	0	0	0	0	0	12.5
i3_p20	i_0	i_0_2	0_2	3	0	2	10	0	10	20	0	0	0	0	0	30
i3_p18	i_0	i_0_2	0_2	3	0	2	10	0	12.5	10	0	0	0	0	0	22.5
i3_p10	i_0	i_0_2	0_2	3	0	2	45	0	0	7.5	0	0	0	0	0	7.5
i3_p16	i_0	i_0_2	0_2	3	0	2	60	0	0	2.5	0	0	0	0	0	2.5
i4_p14	i_0	i_0_2	0_2	4	0	2	7.5	0	52.5	0	0	0	0	0	0	52.5
i4_p24	i_0	i_0_2	0_2	4	0	2	0	35	15	5	0	0	0	0	0	55
i4_p19	i_0	i_0_2	0_2	4	0	2	77.5	0	5	0	0	0	12.5	0	0	17.5
i4_p21	i_0	i_0_2	0_2	4	0	2	55	17.5	10	7.5	0	0	0	0	0	35
i4_p23	i_0	i_0_2	0_2	4	0	2	95	2.5	0	0	0	0	0	0	0	2.5
i4_p8	i_0	i_0_2	0_2	4	0	2	67.5	0	2.5	0	0	0	0	0	0	2.5
i1_p3	i_1	i_1_2	1_2	1	1	2	0	20	0	0	0	0	0	0	0	20
i1_p4	i_1	i_1_2	1_2	1	1	2	25	15	0	0	10	0	0	0	0	25
i1_p8	i_1	i_1_2	1_2	1	1	2	0	0	5	0	0	0	0	0	2.5	7.5
i1_p12	i_1	i_1_2	1_2	1	1	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5
i1_p18	i_1	i_1_2	1_2	1	1	2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
i1_p9	i_1	i_1_2	1_2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p1	i_1	i_1_2	1_2	2	1	2	2.5	0	35	0	0	0	0	0	0	35
i2_p13	i_1	i_1_2	1_2	2	1	2	92.5	0	2.5	0	0	0	0	0	0	2.5
i2_p18	i_1	i_1_2	1_2	2	1	2	27.5	0	0	5	0	0	0	0	0	5
i2_p10	i_1	i_1_2	1_2	2	1	2	47.5	0	20	0	0	0	0	0	0	20
i2_p9	i_1	i_1_2	1_2	2	1	2	0	0	25	0	0	0	0	0	0	25
i2_p7	i_1	i_1_2	1_2	2	1	2	27.5	17.5	0	0	0	0	0	0	0	17.5
i3_p22	i_1	i_1_2	1_2	3	1	2	25	0	5	0	0	0	0	0	0	5
i3_p4	i_1	i_1_2	1_2	3	1	2	22.5	0	2.5	0	0	0	0	0	0	2.5
i3_p5	i_1	i_1_2	1_2	3	1	2	7.5	0	10	2.5	0	0	0	0	0	12.5
i3_p17	i_1	i_1_2	1_2	3	1	2	10	0	7.5	10	0	0	0	0	0	17.5
i3_p19	i_1	i_1_2	1_2	3	1	2	0	0	15	7.5	0	0	0	0	0	22.5
i3_p9	i_1	i_1_2	1_2	3	1	2	25	0	5	0	0	0	0	0	0	5
i4_p16	i_1	i_1_2	1_2	4	1	2	42.5	0	0	7.5	0	0	0	0	0	7.5
i4_p17	i_1	i_1_2	1_2	4	1	2	17.5	0	0	7.5	0	0	0	0	0	7.5
i4_p2	i_1	i_1_2	1_2	4	1	2	60	0	12.5	15	0	0	0	0	0	27.5
i4_p1	i_1	i_1_2	1_2	4	1	2	17.5	0	2.5	12.5	0	0	0	5	0	20
i4_p11	i_1	i_1_2	1_2	4	1	2	42.5	0	15	0	0	0	0	0	0	15
i4_p5	i_1	i_1_2	1_2	4	1	2	57.5	0	32.5	0	0	0	0	2.5	0	35
i1_p11	i_2	i_2_2	2_2	1	2	2	0	0	2.5	25	0	0	0	0	0	27.5
i1_p2	i_2	i_2_2	2_2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p24	i_2	i_2_2	2_2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p13	i_2	i_2_2	2_2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p20	i_2	i_2_2	2_2	1	2	2	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p7	i_2	i_2_2	2_2	1	2	2	2.5	0	10	0	0	0	0	0	0	10
i2_p14	i_2	i_2_2	2_2	2	2	2	50	7.5	0	0	0	0	0	0	0	7.5
i2_p19	i_2	i_2_2	2_2	2	2	2	80	0	0	5	0	0	0	0	0	5
i2_p24	i_2	i_2_2	2_2	2	2	2	70	25	5	0	0	0	0	0	0	30
i2_p12	i_2	i_2_2	2_2	2	2	2	2.5	0	27.5	5	0	0	0	0	0	32.5
i2_p15	i_2	i_2_2	2_2	2	2	2	27.5	0	7.5	0	0	0	0	0	0	7.5
i2_p23	i_2	i_2_2	2_2	2	2	2	37.5	0	2.5	0	0	0	0	0	0	2.5
i3_p12	i_2	i_2_2	2_2	3	2	2	35	0	2.5	0	0	0	0	0	0	2.5
i3_p13	i_2	i_2_2	2_2	3	2	2	22.5	0	5	0	0	0	0	0	0	5
i3_p14	i_2	i_2_2	2_2	3	2	2	20	0	15	10	0	0	0	0	0	25
i3_p2	i_2	i_2_2	2_2	3	2	2	2.5	0	0	17.5	0	0	0	0	0	17.5
i3_p3	i_2	i_2_2	2_2	3	2	2	0	0	12.5	22.5	0	0	0	0	0	35
i3_p7	i_2	i_2_2	2_2	3	2	2	10	0	0	5	0	0	0	0	0	5
i4_p3	i_2	i_2_2	2_2	4	2	2	37.5	0	12.5	0	0	0	0	0	10	22.5
i4_p6	i_2	i_2_2	2_2	4	2	2	10	0	10	35	0	0	0	0	0	45

i4_p7	i_2	i_2_2	2_2	4	2	2	7.5	0	5	12.5	0	0	0	0	17.5
i4_p12	i_2	i_2_2	2_2	4	2	2	15	0	10	5	0	0	0	0	15
i4_p20	i_2	i_2_2	2_2	4	2	2	20	0	15	0	0	0	0	0	15
i4_p22	i_2	i_2_2	2_2	4	2	2	15	5	22.5	10	0	0	0	0	37.5
i1_p21	i_3	i_3_2	3_2	1	3	2	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p23	i_3	i_3_2	3_2	1	3	2	0	0	2.5	0	0	0	0	0	2.5
i1_p5	i_3	i_3_2	3_2	1	3	2	20	7.5	0	7.5	0	0	0	0	15
i1_p16	i_3	i_3_2	3_2	1	3	2	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p17	i_3	i_3_2	3_2	1	3	2	0	0	0	17.5	0	0	0	0	17.5
i1_p6	i_3	i_3_2	3_2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p11	i_3	i_3_2	3_2	2	3	2	60	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p20	i_3	i_3_2	3_2	2	3	2	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p4	i_3	i_3_2	3_2	2	3	2	60	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p21	i_3	i_3_2	3_2	2	3	2	22.5	0	2.5	0	0	0	0	0	2.5
i2_p5	i_3	i_3_2	3_2	2	3	2	0	0	27.5	0	0	0	0	0	27.5
i2_p6	i_3	i_3_2	3_2	2	3	2	0	0	37.5	0	0	0	0	0	37.5
i3_p15	i_3	i_3_2	3_2	3	3	2	65	0	2.5	0	0	0	0	0	2.5
i3_p24	i_3	i_3_2	3_2	3	3	2	0	0	25	0	0	0	0	0	25
i3_p8	i_3	i_3_2	3_2	3	3	2	67.5	0	5	5	0	0	0	0	10
i3_p1	i_3	i_3_2	3_2	3	3	2	10	0	0	2.5	0	0	0	0	2.5
i3_p21	i_3	i_3_2	3_2	3	3	2	40	0	2.5	15	0	0	0	0	17.5
i3_p6	i_3	i_3_2	3_2	3	3	2	42.5	0	2.5	2.5	0	0	0	0	5
i4_p10	i_3	i_3_2	3_2	4	3	2	25	0	2.5	0	0	0	0	0	2.5
i4_p15	i_3	i_3_2	3_2	4	3	2	92.5	7.5	0	0	0	0	0	0	7.5
i4_p4	i_3	i_3_2	3_2	4	3	2	0	0	7.5	2.5	0	0	0	0	10
i4_p13	i_3	i_3_2	3_2	4	3	2	0	0	20	0	0	0	0	0	20
i4_p18	i_3	i_3_2	3_2	4	3	2	2.5	0	20	0	0	0	0	0	20
i4_p9	i_3	i_3_2	3_2	4	3	2	7.5	0	30	0	0	0	0	0	30
i1_p10	i_0	i_0_3	0_3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p14	i_0	i_0_3	0_3	1	0	3	0	80	0	0	0	0	0	0	80
i1_p22	i_0	i_0_3	0_3	1	0	3	45	15	0	0	0	0	0	15	30
i1_p1	i_0	i_0_3	0_3	1	0	3	25	72.5	0	0	0	0	0	0	72.5
i1_p15	i_0	i_0_3	0_3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p19	i_0	i_0_3	0_3	1	0	3	0	27.5	0	0	0	0	0	0	27.5
i2_p17	i_0	i_0_3	0_3	2	0	3	67.5	15	0	2.5	0	0	0	0	17.5
i2_p16	i_0	i_0_3	0_3	2	0	3	42.5	2.5	0	7.5	0	0	5	0	15
i2_p22	i_0	i_0_3	0_3	2	0	3	42.5	0	0	0	0	0	0	27.5	27.5
i2_p2	i_0	i_0_3	0_3	2	0	3	62.5	0	0	10	0	0	0	0	10
i2_p8	i_0	i_0_3	0_3	2	0	3	40	25	7.5	27.5	0	0	0	0	60
i2_p3	i_0	i_0_3	0_3	2	0	3	60	15	0	0	0	0	0	0	15
i3_p20	i_0	i_0_3	0_3	3	0	3	27.5	0	0	67.5	0	0	0	0	67.5
i3_p11	i_0	i_0_3	0_3	3	0	3	45	25	0	0	5	0	0	0	30
i3_p23	i_0	i_0_3	0_3	3	0	3	0	0	47.5	0	0	0	0	0	47.5
i3_p10	i_0	i_0_3	0_3	3	0	3	2.5	2.5	0	0	17.5	0	15	35	0
i3_p16	i_0	i_0_3	0_3	3	0	3	65	5	0	0	2.5	0	0	0	7.5
i3_p18	i_0	i_0_3	0_3	3	0	3	5	32.5	27.5	0	0	0	5	0	65
i4_p14	i_0	i_0_3	0_3	4	0	3	42.5	12.5	30	0	0	0	0	0	42.5
i4_p24	i_0	i_0_3	0_3	4	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0
i4_p19	i_0	i_0_3	0_3	4	0	3	100	0	0	0	0	0	0	0	0
i4_p21	i_0	i_0_3	0_3	4	0	3	72.5	20	0	0	0	0	5	0	25
i4_p23	i_0	i_0_3	0_3	4	0	3	65	0	0	10	0	0	0	0	10
i4_p8	i_0	i_0_3	0_3	4	0	3	67.5	17.5	0	0	7.5	0	0	0	25
i1_p30	i_1	i_1_3	1_3	1	1	3	0	0	2.5	0	45	0	0	0	47.5
i1_p40	i_1	i_1_3	1_3	1	1	3	12.5	0	27.5	0	0	0	0	0	27.5
i1_p80	i_1	i_1_3	1_3	1	1	3	35	0	10	0	0	0	0	0	10
i1_p3	i_1	i_1_3	1_3	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p4	i_1	i_1_3	1_3	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p8	i_1	i_1_3	1_3	1	1	3	0	30	0	0	0	0	0	0	30
i1_p12	i_1	i_1_3	1_3	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	17.5
i1_p18	i_1	i_1_3	1_3	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p9	i_1	i_1_3	1_3	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p10bis	i_1	i_1_3	1_3	2	1	3	40	0	12.5	0	0	0	0	0	12.5
i2_p130	i_1	i_1_3	1_3	2	1	3	47.5	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p180	i_1	i_1_3	1_3	2	1	3	30	32.5	7.5	0	7.5	0	5	5	52.5
i2_p1	i_1	i_1_3	1_3	2	1	3	25	0	0	37.5	0	0	0	0	37.5
i2_p13	i_1	i_1_3	1_3	2	1	3	25	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p18	i_1	i_1_3	1_3	2	1	3	57.5	12.5	0	15	5	0	5	5	37.5
i2_10	i_1	i_1_3	1_3	2	1	3	37.5	0	0	0	2.5	0	0	0	2.5
i2_9	i_1	i_1_3	1_3	2	1	3	0	0	0	5	0	0	0	0	5
i2_p7	i_1	i_1_3	1_3	2	1	3	10	0	70	0	0	0	0	0	70
i3_p220	i_1	i_1_3	1_3	3	1	3	52.5	0	2.5	0	5	0	0	0	7.5
i3_p40	i_1	i_1_3	1_3	3	1	3	35	20	0	0	0	0	0	0	20
i3_p50	i_1	i_1_3	1_3	3	1	3	32.5	0	7.5	0	2.5	0	0	0	10
i3_p22	i_1	i_1_3	1_3	3	1	3	50	0	0	22.5	0	0	0	0	22.5
i3_p4	i_1	i_1_3	1_3	3	1	3	25	5	0	0	0	5	0	0	10
i3_p5	i_1	i_1_3	1_3	3	1	3	7.5	0	0	7.5	10	0	0	12.5	30
i3_p17	i_1	i_1_3	1_3	3	1	3	0	0	40	0	0	0	0	0	40
i3_p19	i_1	i_1_3	1_3	3	1	3	0	0	97.5	0	0	0	0	0	97.5
i3_p9	i_1	i_1_3	1_3	3	1	3	7.5	0	0	0	0	0	0	0	0
i4_p160	i_1	i_1_3	1_3	4	1	3	0	97.5	0	0	0	0	0	0	97.5
i4_p170	i_1	i_1_3	1_3	4	1	3	50	7.5	7.5	0	0	0	0	0	15
i4_p20	i_1	i_1_3	1_3	4	1	3	35	17.5	0	0	0	7.5	0	0	25
i4_p16	i_1	i_1_3	1_3	4	1	3	70	17.5	0	0	0	0	5	0	22.5

i4_p17	i_1	i_1_3	1_3	4	1	3	42.5	15	0	0	5	0	0	22.5	42.5
i4_p2	i_1	i_1_3	1_3	4	1	3	72.5	15	0	0	10	0	0	0	25
i4_p1	i_1	i_1_3	1_3	4	1	3	87.5	0	7.5	0	0	0	0	0	7.5
i4_p11	i_1	i_1_3	1_3	4	1	3	45	32.5	22.5	0	0	0	0	0	55
i4_p5	i_1	i_1_3	1_3	4	1	3	47.5	0	10	0	0	0	0	0	10
i1_p110	i_2	i_2_3	2_3	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p20bis	i_2	i_2_3	2_3	1	2	3	0	0	2.5	0	0	0	0	0	2.5
i1_p240	i_2	i_2_3	2_3	1	2	3	10	0	7.5	0	0	0	0	0	7.5
i1_p11	i_2	i_2_3	2_3	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p2	i_2	i_2_3	2_3	1	2	3	0	40	0	0	0	0	0	0	40
i1_p24	i_2	i_2_3	2_3	1	2	3	5	2.5	0	0	0	0	0	0	2.5
i1_p13	i_2	i_2_3	2_3	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p20	i_2	i_2_3	2_3	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p7	i_2	i_2_3	2_3	1	2	3	0	47.5	0	0	0	0	0	0	47.5
i2_p140	i_2	i_2_3	2_3	2	2	3	25	22.5	0	0	0	0	0	0	22.5
i2_p190	i_2	i_2_3	2_3	2	2	3	50	0	0	0	7.5	0	0	0	7.5
i2_p240	i_2	i_2_3	2_3	2	2	3	85	12.5	0	0	0	0	0	0	12.5
i2_p14	i_2	i_2_3	2_3	2	2	3	5	0	5	0	0	0	0	0	5
i2_p19	i_2	i_2_3	2_3	2	2	3	55	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p24	i_2	i_2_3	2_3	2	2	3	82.5	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p12	i_2	i_2_3	2_3	2	2	3	5	0	20	0	0	0	0	0	20
i2_p15	i_2	i_2_3	2_3	2	2	3	0	0	0	10	0	0	0	0	10
i2_p23	i_2	i_2_3	2_3	2	2	3	95	0	0	0	0	5	0	0	5
i3_p120	i_2	i_2_3	2_3	3	2	3	30	12.5	32.5	0	0	0	0	0	45
i3_p130	i_2	i_2_3	2_3	3	2	3	50	12.5	10	0	0	0	0	0	22.5
i3_p140	i_2	i_2_3	2_3	3	2	3	67.5	15	7.5	0	0	0	0	0	22.5
i3_p12	i_2	i_2_3	2_3	3	2	3	62.5	5	0	0	0	0	0	0	5
i3_p13	i_2	i_2_3	2_3	3	2	3	52.5	27.5	0	0	0	0	0	0	27.5
i3_p14	i_2	i_2_3	2_3	3	2	3	10	10	0	0	17.5	0	0	0	27.5
i3_p2	i_2	i_2_3	2_3	3	2	3	0	0	55	0	0	0	0	0	55
i3_p3	i_2	i_2_3	2_3	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i3_p7	i_2	i_2_3	2_3	3	2	3	0	5	0	0	0	0	0	0	5
i4_p30	i_2	i_2_3	2_3	4	2	3	12.5	0	32.5	0	0	0	0	0	32.5
i4_p60	i_2	i_2_3	2_3	4	2	3	47.5	12.5	27.5	0	0	0	0	0	40
i4_p70	i_2	i_2_3	2_3	4	2	3	37.5	5	0	7.5	0	0	0	0	17.5
i4_p3	i_2	i_2_3	2_3	4	2	3	7.5	0	0	0	0	0	0	0	0
i4_p6	i_2	i_2_3	2_3	4	2	3	42.5	47.5	0	0	0	0	0	0	47.5
i4_p7	i_2	i_2_3	2_3	4	2	3	57.5	17.5	0	0	7.5	0	0	0	25
i4_p12	i_2	i_2_3	2_3	4	2	3	20	15	40	0	0	0	0	0	55
i4_p20	i_2	i_2_3	2_3	4	2	3	35	17.5	0	0	7.5	0	0	0	25
i4_p22	i_2	i_2_3	2_3	4	2	3	62.5	5	0	0	0	15	0	0	20
i1_p210	i_3	i_3_3	3_3	1	3	3	22.5	0	12.5	0	0	0	0	0	12.5
i1_p230	i_3	i_3_3	3_3	1	3	3	20	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p50	i_3	i_3_3	3_3	1	3	3	5	0	5	0	0	0	0	0	5
i1_p21	i_3	i_3_3	3_3	1	3	3	0	27.5	0	0	15	0	0	0	42.5
i1_p23	i_3	i_3_3	3_3	1	3	3	0	0	0	2.5	0	0	0	0	2.5
i1_p5	i_3	i_3_3	3_3	1	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p16	i_3	i_3_3	3_3	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p17	i_3	i_3_3	3_3	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i1_p6	i_3	i_3_3	3_3	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p110	i_3	i_3_3	3_3	2	3	3	57.5	7.5	0	0	7.5	0	0	0	15
i2_p200	i_3	i_3_3	3_3	2	3	3	35	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p40	i_3	i_3_3	3_3	2	3	3	55	30	0	0	0	0	0	0	30
i2_p11	i_3	i_3_3	3_3	2	3	3	87.5	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p20	i_3	i_3_3	3_3	2	3	3	0	0	10	0	0	0	0	15	25
i2_p4	i_3	i_3_3	3_3	2	3	3	97.5	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p21	i_3	i_3_3	3_3	2	3	3	40	0	0	0	5	0	0	0	5
i2_p5	i_3	i_3_3	3_3	2	3	3	30	10	5	0	5	0	0	0	20
i2_p6	i_3	i_3_3	3_3	2	3	3	45	0	7.5	0	7.5	2.5	0	0	17.5
i3_p150	i_3	i_3_3	3_3	3	3	3	0	0	2.5	0	0	0	0	0	2.5
i3_p240	i_3	i_3_3	3_3	3	3	3	10	0	32.5	0	0	0	0	0	32.5
i3_p80	i_3	i_3_3	3_3	3	3	3	50	10	20	0	0	0	0	0	30
i3_p15	i_3	i_3_3	3_3	3	3	3	57.5	0	0	0	0	0	0	0	0
i3_p24	i_3	i_3_3	3_3	3	3	3	0	0	45	0	0	0	0	0	45
i3_p8	i_3	i_3_3	3_3	3	3	3	75	0	0	0	0	0	0	0	0
i3_p1	i_3	i_3_3	3_3	3	3	3	25	0	12.5	0	2.5	0	0	0	15
i3_p21	i_3	i_3_3	3_3	3	3	3	10	0	20	0	0	0	0	0	20
i3_p6	i_3	i_3_3	3_3	3	3	3	52.5	22.5	0	0	0	0	0	0	22.5
i4_p100	i_3	i_3_3	3_3	4	3	3	55	30	5	0	0	0	0	0	35
i4_p150	i_3	i_3_3	3_3	4	3	3	72.5	10	0	0	0	0	0	0	10
i4_p40	i_3	i_3_3	3_3	4	3	3	20	7.5	15	0	12.5	0	0	0	35
i4_p10	i_3	i_3_3	3_3	4	3	3	70	12.5	2.5	0	0	0	0	0	15
i4_p15	i_3	i_3_3	3_3	4	3	3	90	10	0	0	0	0	0	0	10
i4_p4	i_3	i_3_3	3_3	4	3	3	15	0	5	0	20	0	0	0	25
i4_p13	i_3	i_3_3	3_3	4	3	3	0	0	62.5	0	0	2.5	0	0	65
i4_p18	i_3	i_3_3	3_3	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i4_p9	i_3	i_3_3	3_3	4	3	3	0	0	27.5	0	0	0	0	0	27.5
i1_p10	i_0	i_0_4	0_4	1	0	4	0	100	0	0	0	0	0	0	100
i1_p14	i_0	i_0_4	0_4	1	0	4	1.5	98.5	0	0	0	0	0	0	98.5
i1_p22	i_0	i_0_4	0_4	1	0	4	36.5	0	0	63.5	0	0	0	0	63.5
i1_p1	i_0	i_0_4	0_4	1	0	4	25.5	0	0.5	74	0	0	0	0	74.5
i1_p15	i_0	i_0_4	0_4	1	0	4	22	78	0	0	0	0	0	0	78
i1_p19	i_0	i_0_4	0_4	1	0	4	8	19	49.5	0	23.5	0	0	0	92

i2_p17	i_0	i_0.4	0.4	2	0	4	47.5	50	2.5	0	0	0	0	0	52.5
i2_p16	i_0	i_0.4	0.4	2	0	4	54.5	12	6	27.5	0	0	0	0	45.5
i2_p22	i_0	i_0.4	0.4	2	0	4	52.5	38	0	9.5	0	0	0	0	47.5
i2_p2	i_0	i_0.4	0.4	2	0	4	83	4	4	0	0	0	0	0	8
i2_p8	i_0	i_0.4	0.4	2	0	4	37.5	56.5	0	6	0	0	0	0	62.5
i2_p3	i_0	i_0.4	0.4	2	0	4	68	24.5	0	4	0	0	0	0	28.5
i3_20	i_0	i_0.4	0.4	3	0	4	47.5	31	0	21.5	0	0	0	0	52.5
i3_p11	i_0	i_0.4	0.4	3	0	4	69.5	29.5	0	1	0	0	0	0	30.5
i3_p23	i_0	i_0.4	0.4	3	0	4	3.5	96.5	0	0	0	0	0	0	96.5
i3_p10	i_0	i_0.4	0.4	3	0	4	25	59.5	15.5	0	0	0	0	0	75
i3_p16	i_0	i_0.4	0.4	3	0	4	76	21	3	0	0	0	0	0	24
i3_p18	i_0	i_0.4	0.4	3	0	4	15	76	2.5	0	0	0	0	0	78.5
i4_p14	i_0	i_0.4	0.4	4	0	4	43	50.5	0	0	0	0	0	0	50.5
i4_p19	i_0	i_0.4	0.4	4	0	4	91	0	3	0	0	0	6	0	9
i4_p24	i_0	i_0.4	0.4	4	0	4	7	12	0	68.5	0	0	0	0	80.5
i4_p21	i_0	i_0.4	0.4	4	0	4	74	23	0	3	0	0	0	0	26
i4_p23	i_0	i_0.4	0.4	4	0	4	77	2.5	12	0	0	0	0	0	14.5
i4_p8	i_0	i_0.4	0.4	4	0	4	61	39	0	0	0	0	0	0	39
i1_p3	i_1	i_1.4	1.4	1	1	4	17	83	0	0	0	0	0	0	83
i1_p4	i_1	i_1.4	1.4	1	1	4	88	0	0	0	10.5	0	0	0	10.5
i1_p8	i_1	i_1.4	1.4	1	1	4	14.5	21.5	1.5	62.5	0	0	0	0	85.5
i1_p12	i_1	i_1.4	1.4	1	1	4	0	100	0	0	0	0	0	0	100
i1_p18	i_1	i_1.4	1.4	1	1	4	2.5	0	0.5	62	2.5	0	0	0	65
i1_p9	i_1	i_1.4	1.4	1	1	4	2	98	0	0	0	0	0	0	98
i2_p1	i_1	i_1.4	1.4	2	1	4	27	6	0	0	0	0	0	0	6
i2_p13	i_1	i_1.4	1.4	2	1	4	94.5	0	0	0	0	0	0	0	0
i2_p18	i_1	i_1.4	1.4	2	1	4	72	27	1	0	0	0	0	0	28
i2_10	i_1	i_1.4	1.4	2	1	4	68.5	23.5	0	6	0	0	0	0	29.5
i2_9	i_1	i_1.4	1.4	2	1	4	36.5	45	0	1.5	0	0	0	0	46.5
i2_p7	i_1	i_1.4	1.4	2	1	4	27.5	72.5	0	0	0	0	0	0	72.5
i3_p22	i_1	i_1.4	1.4	3	1	4	21	79	0	0	0	0	0	0	79
i3_p4	i_1	i_1.4	1.4	3	1	4	62.5	15	0	0	0	0	0	0	15
i3_p5	i_1	i_1.4	1.4	3	1	4	6.5	69.5	8.5	1	13	0	0	0	92
i3_p17	i_1	i_1.4	1.4	3	1	4	33	64	0	1	0	0	0	0	65
i3_p19	i_1	i_1.4	1.4	3	1	4	0	100	0	0	0	0	0	0	100
i3_p9	i_1	i_1.4	1.4	3	1	4	38.5	57.5	1	3	0	0	0	0	61.5
i4_p16	i_1	i_1.4	1.4	4	1	4	76	24	0	0	0	0	0	0	24
i4_p17	i_1	i_1.4	1.4	4	1	4	48.5	48	1	0	0	0	0	0	49
i4_p2	i_1	i_1.4	1.4	4	1	4	76.5	12.5	0	0	0	0	0	0	12.5
i4_p1	i_1	i_1.4	1.4	4	1	4	90	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5
i4_p11	i_1	i_1.4	1.4	4	1	4	56	44	0	0	0	0	0	0	44
i4_p5	i_1	i_1.4	1.4	4	1	4	84.5	6.5	0	1.5	0	0	0	0	8
i1_p11	i_2	i_2.4	2.4	1	2	4	25.5	74.5	0	0	0	0	0	0	74.5
i1_p2	i_2	i_2.4	2.4	1	2	4	29.5	0	0	55	0	0	0	0	55
i1_p24	i_2	i_2.4	2.4	1	2	4	14.5	75.5	0	10	0	0	0	0	85.5
i1_p13	i_2	i_2.4	2.4	1	2	4	0	99.5	0	0	0	0	0	0	99.5
i1_p20	i_2	i_2.4	2.4	1	2	4	12.5	10	0	9	0	0	0	0	19
i1_p7	i_2	i_2.4	2.4	1	2	4	11.5	53.5	27	0	0	0	0	0	80.5
i2_p14	i_2	i_2.4	2.4	2	2	4	10	67	0	21.5	0	0	0	0	88.5
i2_p19	i_2	i_2.4	2.4	2	2	4	86.5	7	0	0.5	0	0	0	0	7.5
i2_p24	i_2	i_2.4	2.4	2	2	4	78.5	0	0	13	0	0	0	0	13
i2_p12	i_2	i_2.4	2.4	2	2	4	11	89	0	0	0	0	0	0	89
i2_p15	i_2	i_2.4	2.4	2	2	4	18.5	78	0	1	0	0	0	0	79
i2_p23	i_2	i_2.4	2.4	2	2	4	37.5	0	2.5	0	0	0	0	0	2.5
i3_p12	i_2	i_2.4	2.4	3	2	4	71.5	12	0	1	15.5	0	0	0	28.5
i3_p13	i_2	i_2.4	2.4	3	2	4	59	4	0	0	37	0	0	0	41
i3_p14	i_2	i_2.4	2.4	3	2	4	50	37.5	11.5	1	0	0	0	0	50
i3_p2	i_2	i_2.4	2.4	3	2	4	0	85	0	15	0	0	0	0	100
i3_p3	i_2	i_2.4	2.4	3	2	4	0.5	64.5	0	30	0	0	0	0	94.5
i3_p7	i_2	i_2.4	2.4	3	2	4	4	70	0	1	5	0	0	0	76
i4_p3	i_2	i_2.4	2.4	4	2	4	25.5	9	1	0	0	0	0	0	10
i4_p6	i_2	i_2.4	2.4	4	2	4	43.5	56	0	0	0	0	0	0	56
i4_p7	i_2	i_2.4	2.4	4	2	4	57.5	38.5	0	2.5	0	0	0	0	41
i4_p12	i_2	i_2.4	2.4	4	2	4	20	37.5	0	2.5	0	0	0	0	40
i4_p20	i_2	i_2.4	2.4	4	2	4	24	15.5	3	49.5	0	0	0	0	68
i4_p22	i_2	i_2.4	2.4	4	2	4	55.5	9.5	0	14.5	0	0	0	0	24
i1_p21	i_3	i_3.4	3.4	1	3	4	22	72.5	0	5.5	0	0	0	0	78
i1_p23	i_3	i_3.4	3.4	1	3	4	0	0	0	67.5	0	0	0	0	67.5
i1_p5	i_3	i_3.4	3.4	1	3	4	10	0	0	11	0	0	0	0	11
i1_p16	i_3	i_3.4	3.4	1	3	4	12	80	0	0	0	0	0	0	80
i1_p17	i_3	i_3.4	3.4	1	3	4	66	12	0	4	2	0	0	0	18
i1_p5	i_3	i_3.4	3.4	1	3	4	2.5	65	32.5	0	0	0	0	0	97.5
i2_p11	i_3	i_3.4	3.4	2	3	4	91	7	0	1.5	0	0	0	0	8.5
i2_p20	i_3	i_3.4	3.4	2	3	4	35.5	50.5	0	14	0	0	0	0	64.5
i2_p4	i_3	i_3.4	3.4	2	3	4	99.5	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5

i2 p21	i_3	i_3_4	3_4	2	3	4	19.5	0	0	38	0	0	0	0	36
i2 p5	i_3	i_3_4	3_4	2	3	4	21.5	25.5	0	3	0	0	0	0	28.5
i2 p6	i_3	i_3_4	3_4	2	3	4	1.5	74	0	1	0	0	0	0	75
i3 p15	i_3	i_3_4	3_4	3	3	4	100	0	0	0	0	0	0	0	0
i3 p24	i_3	i_3_4	3_4	3	3	4	7	93	0	0	0	0	0	0	93
i3 p8	i_3	i_3_4	3_4	3	3	4	79	16.5	4.5	0	0	0	0	0	21
i3 p1	i_3	i_3_4	3_4	3	3	4	16.5	60	1	0	0	0	0	0	61
i3 p21	i_3	i_3_4	3_4	3	3	4	23.5	73	0	2.5	0	0	0	0	75.5
i3 p6	i_3	i_3_4	3_4	3	3	4	65	6.5	0	28.5	0	0	0	0	35
i4 p10	i_3	i_3_4	3_4	4	3	4	82.5	14	0	0	0	0	0	0	14
i4 p15	i_3	i_3_4	3_4	4	3	4	81	19	0	0	0	0	0	0	19
i4 p4	i_3	i_3_4	3_4	4	3	4	48	46.5	0	1	0	0	0	0	47.5
i4 p13	i_3	i_3_4	3_4	4	3	4	9	45	0	0	0	0	0	0	45
i4 p18	i_3	i_3_4	3_4	4	3	4	0	15	0	0	0	0	0	0	15
i4 p9	i_3	i_3_4	3_4	4	3	4	7	93	0	0	0	0	0	0	93

parcela	excl	Dosis	Fecha	e.a.	Ppere Bogra	Ppere Poac	Ppere Cyst	Ppere Dapu	Ppere Erav	Ppere Scbr	Ppere Miku	Ppere Muvi
s1_p3		1	0	1	91.5	0	0	7.5	0	0	0	0
s1_p4		1	0	1	93	0	4	2.5	0	0	0	0
s1_p8		1	0	1	90	6	0	1.5	0	0	0	0
s1_p12		1	0	1	63.5	0.5	0	36	0	0	0	0
s1_p18		1	0	1	95	0.5	0	3.5	0	0	0	0
s1_p9		1	0	1	90	1.5	1	7.5	0	0	0	0
s2_p10		2	0	1	98	2	0	0	0	0	0	0
s2_p18		2	0	1	65.5	0	0	34.5	0	0	0	0
s2_p7		2	0	1	94	6	0	0	0	0	0	0
s2_p1		2	0	1	93	0	1.5	5.5	0	0	0	0
s2_p13		2	0	1	96.5	1	0.5	0.5	0	0	0	0
s2_p9		2	0	1	90.5	2	7.5	0	0	0	0	0
s3_p19		3	0	1	86	3	5	3	0	0	0	0
s3_p22		3	0	1	93.5	6.5	0	0	0	0	0	0
s3_p9		3	0	1	92.5	2.5	1	2.5	0	0	0	0
s3_p17		3	0	1	94	0.5	4.5	1	0	0	0	0
s3_p4		3	0	1	92	0	0	8	0	0	0	0
s3_p5		3	0	1	87	0.5	1.5	10	0	0	0	0
s4_p11		4	0	1	94	0	5	0	0	0	0	0
s4_p16		4	0	1	90.5	1.5	5	1.5	0	0	0	0
s4_p2		4	0	1	87	2	11	0	0	0	0	0
s4_p1		4	0	1	88.5	0	9	2.5	0	0	0	0
s4_p17		4	0	1	97	0	3	0	0	0	0	0
s4_p5		4	0	1	90.5	1.5	7	1	0	0	0	0
s1_p13		1	1	1	73.5	3.5	6	17	0	0	0	0
s1_p20		1	1	1	65.5	0	0	31	0	0	0	0
s1_p7		1	1	1	70.5	5.5	0	24	0	0	0	0
s1_p11		1	1	1	92.5	3	0.5	4	0	0	0	0
s1_p2		1	1	1	89.5	0	3.5	2.5	0	0	0	0
s1_p24		1	1	1	91	0	0	2	0	0	0	0
s2_p15		2	1	1	94	0.5	0	4	0	0	0	0
s2_p19		2	1	1	98	0	0	1.5	0	0	0	0
s2_p23		2	1	1	87.5	0	3	8.5	0	0	0	0
s2_p12		2	1	1	93	3.5	0	0	0	0	0	0
s2_p14		2	1	1	87.5	0.5	8	0.5	0	0	0	0
s2_p24		2	1	1	88.5	0	0.5	10	0	0	0	0
s3_p12		3	1	1	82	5	0.5	12	0	0	0	0
s3_p3		3	1	1	98.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p7		3	1	1	86.5	0.5	3.5	1	0	0	0	0
s3_p13		3	1	1	95	5	0	0	0	0	0	0
s3_p14		3	1	1	82.5	5	4	5	0	0	0	0
s3_p2		3	1	1	95.5	0.5	1.5	2.5	0	0	0	0
s4_p12		4	1	1	87.5	2	10	0	0	0	0	0
s4_p20		4	1	1	88.5	0.5	3	0	0	0	0	0
s4_p22		4	1	1	94	3.5	2.5	0	0	0	0	0
s4_p3		4	1	1	99.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p6		4	1	1	88	0	9	0	0	0	0	0
s4_p7		4	1	1	94.5	1.5	3	0	0	0	0	0
s1_p16		1	2	1	60	0	0	40	0	0	0	0
s1_p21		1	2	1	95.5	4.5	0	0	0	0	0	0
s1_p5		1	2	1	89	0	0	9.5	0	0	0	0
s1_p17		1	2	1	94.5	2.5	0	2	0	0	0	0
s1_p23		1	2	1	92.5	0	0	6	0	0	0	0
s1_p6		1	2	1	96	0	0	3	0	0	0	0
s2_p20		2	2	1	98.5	0	0	1.5	0	0	0	0
s2_p21		2	2	1	93.5	0	4	1	0	0	0	0
s2_p6		2	2	1	95.5	3.5	0	0	0	0	0	0
s2_p11		2	2	1	93	1.5	5.5	0	0	0	0	0
s2_p4		2	2	1	93	1.5	0	2	0	0	0	0
s2_p5		2	2	1	96	0	0	0	0	0	0	0
s3_p15		3	2	1	99.5	0	0	0.5	0	0	0	0
s3_p6		3	2	1	96	0	0	0	0	0	0	0
s3_p8		3	2	1	94	0	1	1	0	0	0	0
s3_p1		3	2	1	88	0	2.5	6.5	0	0	0	0
s3_p21		3	2	1	92.5	3	0	2	0	0	0	0

s3_p24	3	2	1	88.5	0	5.5	4	0	0	0	0
s4_p10	4	2	1	92	0	8	0	0	0	0	0
s4_p15	4	2	1	85	8.5	4	0	0	0	0	0
s4_p9	4	2	1	91.5	0	7.5	0	0	0	0	0
s4_p13	4	2	1	92.5	0	7	0.5	0	0	0	0
s4_p18	4	2	1	89	1.5	9.5	0	0	0	0	0
s4_p4	4	2	1	86.5	0	11.5	0	0	0	0	0
s1_p14	1	3	1	94.5	2.5	0	3	0	0	0	0
s1_p19	1	3	1	97.5	0	0	1.5	0	0	0	0
s1_p22	1	3	1	95	0	0	5	0	0	0	0
s1_p1	1	3	1	75.5	0	0	23	0	0	0	0
s1_p10	1	3	1	95	3	0	2	0	0	0	0
s1_p15	1	3	1	90.5	0	0	5	0	0	0	0
s2_p16	2	3	1	95.5	4.5	0	0	0	0	0	0
s2_p2	2	3	1	96.5	0	0	3	0	0	0	0
s2_p3	2	3	1	93.5	0	3.5	3	0	0	0	0
s2_p17	2	3	1	90.0		6	2.5	0	0	0	0
s2_p22	2	3	1	97	1.5	0	0	0	0	0	0
s2_p8	2	3	1	93.4		2.5	0	0	0	0	0
s3_p10	3	3	1	95.5	0	0	4.5	0	0	0	0
s3_p18	3	3	1	86	2.5	0	0	0	0	0	0
s3_p23	3	3	1	95.5	0	4	0	0	0	0	0
s3_p11	3	3	1	90.5	5	2	2.5	0	0	0	0
s3_p16	3	3	1	95	3	0.5	0.5	0	0	0	0
s3_p20	3	3	1	84.5	1	12	1	0	0	0	0
s4_p19	4	3	1	87	1.5	10.5	1	0	0	0	0
s4_p23	4	3	1	87	0	10	0	0	0	0	0
s4_p24	4	3	1	90	1	8.5	0	0	0	0	0
s4_p14	4	3	1	94.5	3	2.5	0	0	0	0	0
s4_p21	4	3	1	92	2.5	5.5	0	0	0	0	0
s4_p8	4	3	1	88	1	8	0	0	0	0	0
s1_p3	1	0	2	80	7.5	0	7.5	0	0	0	0
s1_p4	1	0	2	55	27.5	0	0	0	0	0	0
s1_p8	1	0	2	40	35	0	0	0	0	0	0
s1_p12	1	0	2	27.5	0	0	0	0	0	0	0
s1_p18	1	0	2	30	22.5	0	0	0	0	0	0
s1_p9	1	0	2	70	15	5	0	0	0	0	0
s2_p10	2	0	2	77.5	15	0	0	0	0	0	0
s2_p18	2	0	2	65	12.5	0	0	0	0	0	0
s2_p7	2	0	2	75	15	0	5	0	0	0	0
s2_p1	2	0	2	70	7.5	10	0	0	0	0	0
s2_p13	2	0	2	57.5	5	7.5	0	0	0	0	0
s2_p9	2	0	2	65	10	0	0	0	0	0	0
s3_p19	3	0	2	30	25	0	0	0	0	0	0
s3_p22	3	0	2	77.5	10	0	0	0	0	0	0
s3_p9	3	0	2	80	20	0	0	0	0	0	0
s3_p17	3	0	2	67.5	10	0	0	0	0	0	0
s3_p4	3	0	2	85	10	0	0	0	0	0	0
s3_p5	3	0	2	80	5	0	0	0	0	0	0
s4_p11	4	0	2	65	12.5	0	0	0	0	0	0
s4_p16	4	0	2	82.5	17.5	0	0	0	0	0	0
s4_p2	4	0	2	87.5	5	0	0	0	0	0	0
s4_p1	4	0	2	85	2.5	0	0	0	0	0	0
s4_p17	4	0	2	72.5	5	0	0	0	0	0	0
s4_p5	4	0	2	85	7.5	0	0	0	0	0	0
s1_p13	1	1	2	0	32.5	30	10	0	0	0	0
s1_p20	1	1	2	7.5	0	0	72.5	0	0	0	0
s1_p7	1	1	2	7.5	42.5	0	0	0	0	0	0
s1_p11	1	1	2	57.5	35	0	0	0	0	0	0
s1_p2	1	1	2	42.5	5	15	0	0	0	0	0
s1_p24	1	1	2	32.5	7.5	5	0	0	0	0	0
s2_p15	2	1	2	60	2.5	7.5	0	0	0	0	0
s2_p19	2	1	2	12.5	47.5	0	0	0	0	0	0
s2_p23	2	1	2	30	5	0	0	0	0	0	0
s2_p12	2	1	2	15	15	0	0	0	0	0	0
s2_p14	2	1	2	75	10	0	0	0	0	0	0
s2_p24	2	1	2	45	7.5	5	0	0	0	0	0
s3_p12	3	1	2	50	7.5	0	0	0	0	0	0
s3_p3	3	1	2	80	0	0	0	0	0	0	0

s3_p7	3	1	2	25	2.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p13	3	1	2	67.5	27.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p14	3	1	2	47.5	15	0	0	0	0	0	0	0
s3_p2	3	1	2	67.5	15	0	0	0	0	0	0	0
s4_p12	4	1	2	42.5	10	0	0	0	0	0	0	0
s4_p20	4	1	2	35	10	0	0	0	0	0	0	0
s4_p22	4	1	2	62.5	12.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p3	4	1	2	82.5	2.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p6	4	1	2	67.5	12.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p7	4	1	2	60	0	0	0	0	0	0	0	0
s1_p16	1	2	2	0	37.5	0	0	0	0	0	0	0
s1_p21	1	2	2	60	27.5	2.5	0	0	0	0	0	0
s1_p5	1	2	2	15	22.5	7.5	0	0	0	0	0	0
s1_p17	1	2	2	12.5	15	0	0	0	0	0	0	0
s1_p23	1	2	2	32.5	0	22.5	0	0	0	0	0	0
s1_p6	1	2	2	17.5	25	0	0	0	0	0	0	0
s2_p20	2	2	2	52.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s2_p21	2	2	2	42.5	15	5	0	0	0	0	0	0
s2_p6	2	2	2	42.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s2_p11	2	2	2	32.5	5	0	0	0	0	0	0	0
s2_p4	2	2	2	0	7.5	0	0	0	0	0	0	0
s2_p5	2	2	2	40	17.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p15	3	2	2	80	5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p6	3	2	2	65	0	0	0	0	0	0	0	0
s3_p8	3	2	2	27.5	5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p1	3	2	2	17.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s3_p21	3	2	2	37.5	7.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p24	3	2	2	47.5	22.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p10	4	2	2	37.5	22.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p15	4	2	2	40	22.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p9	4	2	2	32.5	2.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p13	4	2	2	65	15	0	0	0	0	0	0	0
s4_p18	4	2	2	60	15	0	0	0	0	0	0	0
s4_p4	4	2	2	40	5	0	0	0	0	0	0	0
s1_p14	1	3	2	47.5	15	0	0	0	0	0	0	0
s1_p19	1	3	2	27.5	10	0	0	0	0	0	0	0
s1_p22	1	3	2	62.5	0	15	0	0	0	0	0	0
s1_p1	1	3	2	0	65	0	0	0	0	0	0	0
s1_p10	1	3	2	27.5	52.5	5	0	0	0	0	0	0
s1_p15	1	3	2	10	2.5	0	0	0	0	0	0	0
s2_p16	2	3	2	32.5	12.5	2.5	0	0	0	0	0	0
s2_p2	2	3	2	37.5	22.5	2.5	0	0	0	0	0	0
s2_p3	2	3	2	37.5	25	0	0	0	0	0	0	0
s2_p17	2	3	2	12.5	27.5	0	0	0	0	0	0	0
s2_p22	2	3	2	25	7.5	0	0	0	0	0	0	0
s2_p8	2	3	2	30	25	0	0	0	0	0	0	0
s3_p10	3	3	2	57.5	7.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p18	3	3	2	22.5	2.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p23	3	3	2	50	12.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p11	3	3	2	20	2.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p16	3	3	2	22.5	10	0	0	0	0	0	0	0
s3_p20	3	3	2	22.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s4_p19	4	3	2	72.5	7.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p23	4	3	2	42.5	15	0	0	0	0	0	0	0
s4_p24	4	3	2	20	42.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p14	4	3	2	30	17.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p21	4	3	2	32.5	20	0	0	0	0	0	0	0
s4_p8	4	3	2	30	0	0	0	0	0	0	0	0
s1_p3	1	0	3	82.5	12.5	0	2.5	0	0	0	0	0
s1_p4	1	0	3	70	17.5	0	10	0	0	0	0	0
s1_p8	1	0	3	60	2.5	0	30	0	0	0	0	0
s1_p12	1	0	3	65	1	0	34	0	0	0	0	0
s1_p18	1	0	3	60	32.5	0	0	0	0	0	0	0
s1_p9	1	0	3	65	22.5	0	0	0	0	0	0	0
s2_p10	2	0	3	85	10	0	0	0	0	0	0	0
s2_p18	2	0	3	75	0	0	2.5	0	0	0	0	0
s2_p7	2	0	3	80	10	0	5	0	0	0	0	0
s2_p1	2	0	3	82.5	7.5	0	5	0	0	0	0	0
s2_p13	2	0	3	82.5	2.5	0	2.5	0	0	0	0	0

s2_p9	2	0	3	77.5	0	2.5	10	0	0	0	0	2.5
s3_p19	3	0	3	67.5	0	0	0	0	0	0	0	15
s3_p22	3	0	3	85	2.5	0	0	0	0	0	0	5
s3_p9	3	0	3	70	20	0	0	0	0	0	0	0
s3_p17	3	0	3	80	0	0	0	0	0	0	0	0
s3_p4	3	0	3	82.5	12.5	0	5	0	0	0	0	0
s3_p5	3	0	3	80	7.5	0	7.5	0	0	0	0	0
s4_p11	4	0	3	72.5	15	0	0	0	0	0	2.5	0
s4_p16	4	0	3	72.5	10	0	12.5	0	0	0	0	0
s4_p2	4	0	3	77.5	15	0	0	0	0	0	0	2.5
s4_p1	4	0	3	82.5	5	0	7.5	0	0	0	0	0
s4_p17	4	0	3	62.5	10	2.5	0	2.5	0	0	0	0
s4_p5	4	0	3	82.5	12.5	0	5	0	0	0	0	0
s1_130	1	1	3	37.5	32.5	0	0	0	0	0	0	0
s1_200	1	1	3	42.5	0	0	22.5	0	0	0	7.5	0
s1_70	1	1	3	62.5	30	0	2.5	0	0	0	0	0
s1_p13	1	1	3	37.5	32.5	0	0	0	0	0	0	0
s1_p20	1	1	3	42.5	0	0	22.5	0	0	0	7.5	0
s1_p7	1	1	3	62.5	30	0	2.5	0	0	0	0	0
s1_p11	1	1	3	72.5	20	0	0	0	0	0	0	7.5
s1_p2	1	1	3	67.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s1_p24	1	1	3	55	7.5	0	2.5	0	0	0	0	0
s2_150	2	1	3	70	5	0	5	0	0	0	0	0
s2_190	2	1	3	20	0	0	72.5	0	0	0	0	0
s2_230	2	1	3	52.5	5	0	12.5	0	0	0	0	12.5
s2_p15	2	1	3	70	5	0	5	0	0	0	0	0
s2_p19	2	1	3	20	0	0	72.5	0	0	0	0	0
s2_p23	2	1	3	52.5	5	0	12.5	0	0	0	0	12.5
s2_p12	2	1	3	57.5	10	0	5	0	0	0	0	0
s2_p14	2	1	3	70	10	0	12.5	0	0	0	0	0
s2_p24	2	1	3	50	0	0	12.5	0	0	0	20	0
s3_120	3	1	3	67.5	2.5	0	0	0	0	0	0	5
s3_30	3	1	3	95	2.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_70	3	1	3	70	0	5	0	0	0	0	0	12.5
s3_p12	3	1	3	70	2.5	0	0	0	0	0	0	12.5
s3_p3	3	1	3	95	2.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p7	3	1	3	65	7.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p13	3	1	3	67.5	25	0	5	0	0	0	0	0
s3_p14	3	1	3	55	22.5	0	0	0	0	0	0	10
s3_p2	3	1	3	67.5	32.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_120	4	1	3	65	22.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_200	4	1	3	77.5	22.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_220	4	1	3	72.5	17.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p12	4	1	3	75	17.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p20	4	1	3	62.5	37.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p22	4	1	3	65	30	0	0	0	0	0	0	0
s4_p3	4	1	3	95	2.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p6	4	1	3	62.5	22.5	0	0	0	0	0	0	0
s4_p7	4	1	3	60	25	0	0	2.5	0	0	0	0
s1_160	1	2	3	62.5	10	0	0	0	0	0	0	0
s1_210	1	2	3	45	40	0	5	0	0	0	0	0
s1_50	1	2	3	89	5	0	0	0	0	0	0	0
s1_p16	1	2	3	62.5	10	0	0	0	0	0	0	0
s1_p21	1	2	3	45	40	0	5	0	0	0	0	0
s1_p5	1	2	3	72.5	12.5	0	0	0	0	0	0	0
s1_p17	1	2	3	0	85	0	0	0	0	0	0	0
s1_p23	1	2	3	37.5	10	0	12.5	0	0	0	0	0
s1_p6	1	2	3	47.5	15	0	0	0	0	0	0	0
s2_200	2	2	3	65	20	0	7.5	0	0	0	0	0
s2_210	2	2	3	60	5	0	12.5	0	0	0	0	5
s2_60	2	2	3	60	22.5	0	0	0	0	0	2.5	0
s2_p20	2	2	3	65	20	0	7.5	0	0	0	0	0
s2_p21	2	2	3	60	5	0	12.5	0	0	0	0	5
s2_p6	2	2	3	60	22.5	0	0	0	0	0	2.5	0
s2_p11	2	2	3	62.5	15	0	0	0	0	0	0	0
s2_p4	2	2	3	0	97.5	0	0	0	0	0	0	0
s2_p5	2	2	3	55	27.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_150	3	2	3	70	2.5	0	5	0	0	0	0	0
s3_60	3	2	3	65	17.5	0	2.5	0	0	0	0	0

s3_80	3	2	3	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
s3_p15	3	2	3	75	2.5	2.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p6	3	2	3	92.5	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0
s3_p8	3	2	3	70	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0
s3_p1	3	2	3	42.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
s3_p21	3	2	3	55	10	0	0	0	0	0	0	5	5
s3_p24	3	2	3	57.5	15	0	0	2.5	0	0	0	0	2.5
s4_100	4	2	3	62.5	32.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s4_150	4	2	3	75	7.5	0	2.5	0	0	0	0	0	2.5
s4_90	4	2	3	75	17.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s4_p10	4	2	3	60	37.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s4_p15	4	2	3	65	25	0	0	0	0	0	0	0	0
s4_p9	4	2	3	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0
s4_p13	4	2	3	62.5	25	0	0	0	0	0	0	0	7.5
s4_p18	4	2	3	37.5	57.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s4_p4	4	2	3	62.5	22.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s1_140	1	3	3	35	20	0	0	0	0	0	0	0	0
s1_190	1	3	3	52.5	15	0	20	0	0	0	0	0	0
s1_220	1	3	3	80	0	0	7.5	2.5	0	0	0	0	0
s1_p14	1	3	3	35	20	0	0	0	0	0	0	0	2.5
s1_p19	1	3	3	52.5	15	0	20	0	0	0	0	0	0
s1_p22	1	3	3	47.5	0	0	5	0	0	0	0	0	0
s1_p1	1	3	3	0	7.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s1_p10	1	3	3	20	80	0	0	0	0	0	0	0	0
s1_p15	1	3	3	32.5	25	0	0	0	0	0	0	0	0
s2_160	2	3	3	77.5	7.5	0	7.5	0	0	0	0	2.5	0
s2_20	2	3	3	32.5	37.5	0	0	0	0	0	0	2.5	0
s2_30	2	3	3	67.5	20	0	7.5	0	0	0	0	0	0
s2_p16	2	3	3	77.5	7.5	0	7.5	0	0	0	0	2.5	0
s2_p2	2	3	3	67.5	2.5	0	2.5	0	0	0	0	0	0
s2_p3	2	3	3	67.5	20	0	7.5	0	0	0	0	0	0
s2_p17	2	3	3	45	50	0	0	0	0	0	0	0	0
s2_p22	2	3	3	42.5	5	0	7.5	0	0	0	0	0	0
s2_p8	2	3	3	20	72.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s3_100	3	3	3	45	7.5	0	2.5	0	0	0	0	0	22.5
s3_180	3	3	3	35	5	0	5	0	0	0	0	0	2.5
s3_230	3	3	3	67.5	10	0	0	0	0	0	0	0	10
s3_p10	3	3	3	80	2.5	2.5	0	5	0	0	0	2.5	0
s3_p18	3	3	3	60	7.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s3_p23	3	3	3	67.5	15	0	0	0	0	0	0	0	0
s3_p11	3	3	3	32.5	17.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s3_p16	3	3	3	52.5	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s3_p20	3	3	3	35	5	0	0	0	0	0	0	0	10
s4_190	4	3	3	52.5	12.5	0	0	0	0	0	0	0	5
s4_230	4	3	3	72.5	12.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s4_240	4	3	3	57.5	32.5	0	0	0	0	0	0	0	2.5
s4_p19	4	3	3	62.5	25	0	0	0	0	0	0	0	0
s4_p23	4	3	3	75	20	0	0	0	0	0	0	0	0
s4_p24	4	3	3	65	35	0	0	0	0	0	0	0	0
s4_p14	4	3	3	5	80	0	0	0	0	0	0	0	0
s4_p21	4	3	3	27.5	37.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s4_p8	4	3	3	67.5	10	0	2.5	2.5	0	0	0	0	2.5
s1_p3	1	0	4	80	15	3.5	1	0	0	0	0	0	0
s1_p4	1	0	4	58	18	9.5	14.5	0	0	0	0	0	0
s1_p8	1	0	4	73.5	11	3	11.5	0	0	0	0	0	0
s1_p12	1	0	4	66.5	1.5	0	32	0	0	0	0	0	0
s1_p18	1	0	4	50	37	9	1.5	0	2.5	0	0	0	0
s1_p9	1	0	4	66	18	13	3	0	0	0	0	0	0
s2_p10	2	0	4	77	6.5	5.5	1	0	0	0	0	0	0
s2_p18	2	0	4	84.5	0	8.5	4	0	0	0	0	0	0
s2_p7	2	0	4	72	2.5	6.5	0	0	0	0	0	0	0
s2_p1	2	0	4	55	3	7.5	6	0	0	0	0	0	0
s2_p13	2	0	4	69	8	0	5	0	0	0	0	0	0
s2_p9	2	0	4	86.5	0	6	0	0	0.5	0	0	0	0
s3_p19	3	0	4	73	16	0	10	0	0	0	0	0	0
s3_p22	3	0	4	88.5	7	0.5	1	0	0	0	0	0	0
s3_p9	3	0	4	80.5	13	1.5	5	0	0	0	0	0	0
s3_p17	3	0	4	90.5	0	0	3	0	0	0	0	0	0
s3_p4	3	0	4	86.5	0	0.5	12	0	0	0	0	0	0

s3_p5	3	0	4	91	1	0.5	6.5	0	0	0	0	0
s4_p11	4	0	4	73	17.5	0.5	9	0	0	0	0	0
s4_p16	4	0	4	72	20.5	0	7.5	0	0	0	0	0
s4_p2	4	0	4	69	27.5	1	1	0	0	0	0	0
s4_p1	4	0	4	82.5	7	0	9	0	0	0	0	0
s4_p17	4	0	4	74	17.5	0	4.5	0	0	0	0	0
s4_p5	4	0	4	87	8.5	0	0.5	0	0	0	0	0
s1_p13	1	1	4	37.5	0	2	59	0	1.5	0	0	0
s1_p20	1	1	4	17	83	0	0	0	0	0	0	0
s1_p7	1	1	4	38.5	3	2	56.5	0	0	0	0	0
s1_p11	1	1	4	43	0	0	0	0	0	0	0	0
s1_p2	1	1	4	55.5	1.5	12.5	30.5	0	0	0	0	0
s1_p24	1	1	4	75	1.5	17	1	0	5.5	0	0	0
s2_p15	2	1	4	60.5	0	0	19	0	0	0	0	0
s2_p19	2	1	4	11	89	0	0	0	0	0	0	0
s2_p23	2	1	4	43.5	45.5	0	11	0	0	0	0	0
s2_p12	2	1	4	49.5	8.5	27.5	0	0	10.5	0	0	0
s2_p14	2	1	4	60	0	15.5	24.5	0	0	0	0	0
s2_p24	2	1	4	75	0	0.5	20	0	0	0	0	0
s3_p12	3	1	4	84	9.5	1	4.5	0	0	0	0	0
s3_p3	3	1	4	96.5	0	1	2	0	0	0	0	0
s3_p7	3	1	4	83	7	6.5	3.5	0	0	0	0	0
s3_p13	3	1	4	76	7.5	1.5	15	0	0	0	0	0
s3_p14	3	1	4	82	8	2.5	2	0	0	0	0	0
s3_p2	3	1	4	70.5	3.5	0	26	0	0	0	0	0
s4_p12	4	1	4	84.5	7.5	1	1.5	0	0	0	0	0
s4_p20	4	1	4	74.5	9.5	14	1	0	0	0	0	0
s4_p22	4	1	4	79	18.5	2	0	0	0	0	0	0
s4_p3	4	1	4	90.5	2	0	2	0	0	0	0	0
s4_p6	4	1	4	82	15.5	0	2.5	0	0	0	0	0
s4_p7	4	1	4	70.5	26	0	2.5	0	0	0	0	0
s1_p16	1	2	4	26	9.5	4.5	0	0	0	0	0	0
s1_p21	1	2	4	54.5	14	0	0	0	0	0	0	0
s1_p5	1	2	4	92.5	4.5	0	0	0	0	0	0	0
s1_p17	1	2	4	12.5	27	0	5.5	0	0	0	0	0
s1_p23	1	2	4	25.5	24	40	0	0	8	0	0	0
s1_p6	1	2	4	24	0	31.5	0	0	5	0	0	0
s2_p20	2	2	4	68.5	0	5.5	17.5	0	0	0	0	0
s2_p21	2	2	4	74	0	19.5	0	0	0	0	0	0
s2_p6	2	2	4	74.5	0	4.5	0	0	0	0	0	0
s2_p11	2	2	4	46.5	0	30.5	4	0	2.5	0	0	0
s2_p4	2	2	4	7.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s2_p5	2	2	4	80	12	0	0	0	0	0	0	0
s3_p15	3	2	4	94	1.5	4	0.5	0	0	0	0	0
s3_p6	3	2	4	99.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0
s3_p8	3	2	4	86	2	0.5	9	0	0	0	0	0
s3_p1	3	2	4	58.5	0	2	37	0	0	0	0	0
s3_p21	3	2	4	89	1.5	0	1	0	0	0	0	0
s3_p24	3	2	4	69.5	28	0	2	0	0	0	0	0
s4_p10	4	2	4	52.5	42	0	5.5	0	0	0	0	0
s4_p15	4	2	4	61.5	38	0	0.5	0	0	0	0	0
s4_p9	4	2	4	77	5	1.5	9.5	0	0	4	0	0
s4_p13	4	2	4	76.5	17	2	1.5	0	0	0	0	0
s4_p18	4	2	4	61.5	36.5	0	2	0	0	0	0	0
s4_p4	4	2	4	74.5	23.5	0	1	0	0	0	0	0
s1_p14	1	3	4	66	0	0	17	0	4	0	0	0
s1_p19	1	3	4	77	12	0	8	0	0	0	0	0
s1_p22	1	3	4	80	0	12	0	0	0	0	0	0
s1_p1	1	3	4	4.5	0	0	95.5	0	0	0	0	0
s1_p10	1	3	4	22	0	0	0	0	0	0	0	0
s1_p15	1	3	4	57	20	0	0	0	0	0	0	0
s2_p16	2	3	4	82	0	3.5	0	0	0	0	0	0
s2_p2	2	3	4	79	0	15.5	1.5	0	0	0	0	0
s2_p3	2	3	4	69	6	0	12.5	0	0	0	0	0
s2_p17	2	3	4	23.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s2_p22	2	3	4	30	0	21.5	3.5	0	0	0	0	0
s2_p8	2	3	4	14.5	0	0	0	0	0	0	0	0
s3_p10	3	3	4	93	1.5	2.5	3	0	0	0	0	0
s3_p18	3	3	4	56	41	1.5	0	0	0	0	0	0

s3_p23	3	3	4	66.5	22	2.5	3.5	0	0	0	0	0
s3_p11	3	3	4	77.5	16	6.5	0	0	0	0	0	0
s3_p16	3	3	4	51.5	14.5	34	0	0	0	0	0	0
s3_p20	3	3	4	70.5	25.5	4	0	0	0	0	0	0
s4_p19	4	3	4	74.5	20	2.5	3	0	0	0	0	0
s4_p23	4	3	4	76.5	17	4.5	0	0	0	0	0	0
s4_p24	4	3	4	46.5	21	28.5	4	0	0	0	0	0
s4_p14	4	3	4	56	6	19	19	0	0	0	0	0
s4_p21	4	3	4	46	27.5	26.5	0	0	0	0	0	0
s4_p8	4	3	4	86	12	0	2	0	0	0	0	0

BIBLIOTECA CUCBA