

**MÁSTER PROPIO EN AGROECOLOGÍA,
SOBERANÍA ALIMENTARIA, ECOLOGÍA URBANA Y
COOPERACIÓN AL DESARROLLO RURAL**

**Sistemas agroforestales agroecológicos urbanos como propuesta de
estrategia frente al cambio global. Evaluación de servicios
ecosistémicos. Caso del Bosque Urbano Productivo de Adeje**

CURSO 2020-2021

Alumna: Violeta Benítez Romero

Tutora: María del Carmen Jaizme Vega

La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, 29 octubre 2021



**FUNDACIÓN
INSTITUTO DE
AGRICULTURA
ECOLÓGICA
Y SOSTENIBLE**



Sistemas agroforestales agroecológicos urbanos como propuesta de estrategia frente al cambio global. Evaluación de servicios ecosistémicos.

Caso del Bosque Urbano Productivo de Adeje (Tenerife)



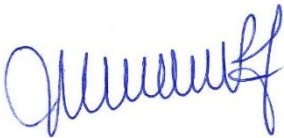
Dña María del Carmen Jaizme Vega, Profesora del Máster Propio en Agroecología, Soberanía Alimentaria, Ecología Urbana y Cooperación al Desarrollo Rural de la Universidad de La Laguna

CERTIFICA/N:

Que la presente memoria, titulada “Sistemas agroforestales agroecológicos urbanos como propuesta de estrategia frente al cambio global. Evaluación de servicios ecosistémicos. Caso del Bosque Urbano Productivo de Adeje (Tenerife)”, corresponde al trabajo realizado bajo su dirección por Dña. Violeta Benítez Romero, para su presentación como Trabajo Fin de Máster en el Máster Propio en Agroecología, Soberanía Alimentaria, Ecología Urbana y Cooperación al Desarrollo Rural de la Universidad de La Laguna.

Y para que conste firma el presente certificado en La Laguna, a 29 de octubre de 2021.

Fdo.



RESUMEN

Título: Sistemas agroforestales agroecológicos urbanos como propuesta de estrategia frente al cambio global. Evaluación de servicios ecosistémicos. Caso del Bosque Urbano Productivo de Adeje (Tenerife).

Autora: Violeta Benítez Romero

Tutor académico: José Luis Porcuna Coto

Resumen:

Los espacios urbanos naturalizados han adquirido gran protagonismo como elementos claves en las ciudades, donde se concentran ya más de la mitad de la población mundial. El papel de los espacios verdes como suministradores de servicios ecosistémicos que amortiguan y mitigan los efectos del cambio climático y la contaminación atmosférica y potencian la biodiversidad urbana, generando a su vez mayor bienestar y salud en las personas, entre otros, está ampliamente documentado en la bibliografía. Por otro lado el éxodo rural y la disminución de soberanía alimentaria presente en los núcleos urbanos se ha visto incrementada por las tendencias poblacionales y la intensificación productiva agropecuaria, siendo esta actualmente una de los focos principales de emisión de gases de efecto invernadero. La creación de espacios verdes sostenibles urbanos que a su vez sean productivos puede ser una estrategia para incrementar la soberanía y seguridad alimentaria así como para enfrentar el cambio global y la crisis ambiental y energética en ciernes.

El presente estudio evalúa los servicios ecosistémicos aportados por el Bosque Urbano Productivo de Adeje, peculiar e inédito caso en el estado español, de creación de un sistema agroforestal partiendo de los principios y prácticas agroecológicas para construir un espacio verde urbano, o parque, en el interior de un municipio. El estudio presenta los resultados obtenidos del proyecto recién instalado, describiendo el diseño y la composición del mismo, ofreciendo datos acerca de la capacidad potencial de proveer servicios ecosistémicos de todo tipo, como sumidero de carbono, regulación de plagas, protección frente a la erosión y restauración del suelo, entre otros, a la vez que arroja datos cuantitativos que permiten prever un potencial productivo elevado y muestran una gran biodiversidad, complejidad y funcionalidad ecosistémicas ya presentes en el sistema. Las conclusiones ofrecidas en gran medida son preliminares y permiten establecer puntos de referencia para posteriores estudios que ofrezcan mayor cantidad de datos cuantitativos concretos que permitan hacer una valoración más completa derivada del asentamiento y maduración del sistema.

Palabras clave: agroecología, agroforestería, biodiversidad, bosque urbano, cambio climático, crisis ambiental, crisis energética, parque urbano, servicios ecosistémicos.

La Laguna, 29 de octubre 2021

Yo, Violeta Benítez Romero, autorizo el acceso y la divulgación del presente documento.

AGRADECIMIENTOS

Tras este año de grandes experiencias y aprendizajes, no puedo más que agradecer a mis compañeros de lucha, aventura y vida, Jonathan y Rumen, su apoyo y ayuda en este trabajo, y en la vida, así como su valentía, fuerza, honradez y concepto de justicia inabarcable, que nos ha permitido desarrollar este proyecto hermoso pero difícil y continuar sanas y unidas.

Agradecer a las compañeras y profesoras que han permitido el acceso a conocimientos y experiencias tan diversas como enriquecedoras, por su labor catalizadora en el camino hacia un mundo justo y sostenible.

Y gracias Canarias, la tierra que me ha acogido de nuevo, por removerme, por inspirarme y por seguir luchando.

“La mente colonizadora considera que la tierra es una propiedad, un activo para la especulación, un capital o una fuente de recursos naturales. Pero para nuestro pueblo lo era todo: identidad, conexión con los antepasados, el hogar de nuestra familia no humana, la reserva de medicamentos, la biblioteca, el origen de cuanto nos permitía vivir. En ella se hacía manifiesta nuestra responsabilidad con el mundo.”

Una trenza de hierba sagrada. Robin Wall Kimmerer.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CONTEXTO. CASO DE ESTUDIO.....	6
2.1. Descripción Bosque Urbano Productivo de Adeje (BUPA).....	10
2.1.1. Distribución espacial.....	12
2.1.2. Diseño.....	18
3. JUSTIFICACIÓN.....	37
4. OBJETIVOS.....	38
4.1. Objetivo general.....	38
4.2. Objetivos específicos.....	38
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	39
5.1.1. Material.....	39
5.1.1.1. Programas informáticos.....	39
5.1.1.2. Herramientas tecnológicas.....	39
5.1.1.3. Herramientas externas.....	39
5.1.1.4. Datos.....	39
5.1.2. Métodos.....	40
5.1.2.1. Estudio descriptivo.....	40
5.1.2.2. Estudio productivo.....	45
5.1.2.3. Estudio de diversidad biológica y ecológica.....	49
6. RESULTADOS.....	57
6.1. Estudio descriptivo.....	57
6.1.1. Datos generales.....	57
6.1.2. Flora.....	57
6.1.3. Diversidad de hábitats.....	59
6.1.4. Suelo.....	60
6.1.5. Agua.....	61
6.1.6. Salud vegetal.....	63
6.1.7. Nutrición.....	63
6.2. Estudio productividad y económico de alimentos.....	63
6.2.1. Hortalizas.....	63

6.2.2. Frutales.....	65
6.2.3. Estudio prospectivo 5 años.....	68
6.3. Estudio de diversidad biológica y ecológica.....	70
6.3.1. Flora.....	70
6.3.1.1. Composición florística.....	70
6.3.1.2. Índices de biodiversidad.....	71
6.3.2. Fauna.....	72
6.3.2.1. Riqueza específica de aves observadas.....	72
6.3.2.2. Estudio de diversidad de aves.....	73
6.3.3. Estudio ecosistémico. Índice de funcionalidad de los parques urbanos.....	75
7. CONCLUSIONES.....	77
7.1. Estudio descriptivo.....	77
7.1.1. Flora.....	77
7.1.2. Diversidad de hábitats.....	77
7.1.3. Suelo.....	77
7.1.4. Agua.....	78
7.1.4.1. Análisis.....	78
7.1.4.2. Eficiencia.....	79
7.1.5. Salud vegetal.....	79
7.1.6. Nutrición.....	80
7.2. Productividad.....	80
7.2.1. Estudio productivo de hortalizas.....	80
7.2.2. Estudio productivo de frutales.....	82
7.2.3. Estudio prospectivo.....	82
7.2.4. Generales.....	82
7.3. Diversidad biológica y ecológica.....	83
7.3.1. Estado de biodiversidad flora.....	83
7.3.2. Estado de biodiversidad aves.....	84
7.3.3. Índice de funcionalidad de un ecosistema.....	85
8. CONCLUSIÓN GENERAL.....	86
8.1. Servicios ecosistémicos de abastecimiento.....	86
8.2. Servicios ecosistémicos de apoyo.....	89
8.3. Servicios ecosistémicos de regulación.....	89

8.4. Servicios ecosistémicos culturales.....	92
9. DISCUSIÓN.....	93
10. BIBLIOGRAFÍA.....	95
11. ANEXOS.....	104
11.1. Datos superficies y perímetros.....	104
11.2. Registros gasto agua.....	104
11.3. Registro fitosanitarios.....	105
11.4. Registro enmiendas.....	105
11.5. Registros producción hortícolas BUPA.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Posición Planetaria Islas Canarias.....	6
Figura 2. Localización geográfica AdejeClima, historia y economía Tenerife. Adeje.....	7
Figura 3. Ortofoto vegetación potencial Adeje y BUPA.....	8
Figura 4. Clasificación bioclimática Tenerife.....	8
Figura 5. Imagen zenital recinto BUPA 2008. Campo cultivo abandonado.....	11
Figura 6. Imagen zenital recinto BUPA 2019. Parque central.....	11
Figura 7. Distancia BUPA a zonas naturales.....	12
Figura 8. Recinto BUPA, y parcelas incluidas en el estudio señaladas en rojo.....	13
Figura 9. Imagen cenital. Parcelas Octubre 2020.....	14
Figura 10. Relieve perímetro. Foto de autora.....	15
Figura 11. Parcela 4. Detalle islas y con caminos interiores y perímetro. Octubre 2020.....	16
Figura 12. Charca parcela 5. Foto de autora.....	17
Figura 13. Laguna en construcción. Foto de autora.....	18
Figura 14. Principios agroecológicos.....	19
Figura 15. Beneficios de los árboles en los agrosistemas.....	20
Figura 16. Relaciones de nutrientes y ventajas del sistema agroforestal.....	21
Figura 17. BUPA banales elevados recién construídos. Foto de autora.....	23
Figura 18. Banales en estado final, pasillos rellenos de materia orgánica.....	24
Figura 19. BUPA. Pendientes perimetrales. Foto de autora.....	25
Figura 20. BUPA. Aterrazado pendientes perimetrales. Foto de autora.....	25
Figura 21. BUPA. Asociación tipo. Foto de autora.....	27
Figura 22. Cuadrícula de distribución según porte.....	28
Figura 23. Esquema distribución espacial tipo. Elaboración propia.....	29
Figura 24. BUPA. Distribución, asociaciones. Foto de autora.....	30
Figura 25. Distribución, asociaciones. Foto de autora.....	30
Figura 26. Distribución, asociaciones. Foto de autora.....	31
Figura 27. Suelo cubierto. Densidad y materia orgánica. Foto de autora.....	32
Figura 28. Hongos espontáneos suelo BUPA. Fotos de autora.....	33
Figura 29. Poda, incorporación y conducción. Foto de autora.....	34
Figura 30. Entutorado. Foto de autora.....	35
Figura 31. Esquema cubiertas vegetales en dos momentos evolutivos del sistema.....	36
Figura 32. Servicios ecosistémicos.....	37
Figura 33. Plano proyecto objeto estudio. Superficies.....	41
Figura 34. Biodiversidad urbana: Los tres mundos.....	42
Figura 35 diseño plantación horticultura.....	48
Figura 36. Imagen cenital Agosto 2021 P1.....	55

Figura 37. Imagen cenital Agosto 2021 P4.....	56
Figura 38. Imagen cenital Agosto 2021 P6.....	56
Figura 39 Evolución gasto agua al mes en L/m ²	61
Figura 40. Evolución riego, respecto a evolución superficie plantada y gasto L/m ²	62
Figura 41. Abundancia proporcional especies de aves con respecto a la muestra.....	75
Figura 42. Marco para los servicios ecosistémicos que prestan los bosques urbanos.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fórmulas cálculo producción anual potencial de fruta y verdura.....	47
Tabla 2. Progresión producción hortícola.....	49
Tabla 3. Grupos de perennes alimentarias por edad de inicio productivo.....	49
Tabla 4. Índices de biodiversidad. Fórmulas e intervalos de valor e interpretación.....	50
Tabla 5. Cálculo índice de funcionalidad de parques y parámetros de evaluación.....	55
Tabla 6. Superficies Z1.....	57
Tabla 7. Clasificación por porte.....	57
Tabla 8. Clasificación de especies por función.....	58
Tabla 9. Abundancia de individuos y especies por función de servicio ecosistémico.....	58
Tabla 10. Abundancia de individuos y especies por función ecosistémica de cada porte.....	58
Tabla 11. Abundancia relativa de individuos función de servicio ecosistémico.....	59
Tabla 12. Abundancia relativa de individuos por función ecosistémica de cada porte.....	59
Tabla 13. Biotopos presentes y % de representación con respecto al sistema.....	60
Tabla 14. Resultado análisis de suelo marzo 2021.....	60
Tabla 15. Resultado análisis micorrizas del suelo Octubre 2021.....	60
Tabla 16. Resultado análisis de agua marzo 2021.....	61
Tabla 17. Corrección consumo de agua mensual según Et0.....	62
Tabla 18. Resumen focos plagas, tratamientos y especies afectadas.....	63
Tabla 19. Cálculo producción estimada y valor económico.....	64
Tabla 20. Estimación producción anual a partir de producción real.....	64
Tabla 21. Resumen resultados comparación producción actual/potencial.....	65
Tabla 22. Especies excluidas del estudio.....	65
Tabla 23. Especies excluidas del estudio por ausencia de datos.....	66
Tabla 24. Valoración otros productos comerciales del BUPA fuera del estudio.....	66
Tabla 25. Cálculo producción anual estimada y valor económico.....	67
Tabla 26. Predicción por año durante 5 años producción y valor económico hortalizas.....	68
Tabla 27. Predicción producción y valor económico frutales total 5 años.....	69
Tabla 28. Predicción económica y productiva para 5 años.....	70
Tabla 29. Especies con mayor representatividad en la totalidad del inventario.....	70
Tabla 30. Géneros con mayor representatividad en la totalidad del inventario.....	70
Tabla 31. Especies con mayor representatividad en cada porte.....	71
Tabla 32. Índices de biodiversidad vegetal presente en el BUPA.....	72
Tabla 33. Índices de biodiversidad árboles, arbustos y herbáceas del BUPA.....	72
Tabla 34. Índices de biodiversidad vegetal presente en el BUPA dentro de cada porte.....	72
Tabla 35. Especies de aves observadas en el BUPA Agosto 2020 – Octubre 2021.....	73
Tabla 36. Resultados estudio diversidad aviar.....	74

Tabla 37. Comparación índices de diversidad aves a nivel de especie.....	74
Tabla 38. Índices de diversidad a nivel de familia.....	75
Tabla 39. Valores para cálculo índice de funcionalidad.....	76
Tabla 40. Superficies por tipos de cubierta.....	104
Tabla 41. Registros de consumo de agua Octubre 2020 – Septiembre 2021.....	104
Tabla 42. Tratamientos fitosanitarios aplicados.....	105
Tabla 43. Registros aplicaciones productos fitosanitarios, plagas y especies afectadas.....	105
Tabla 44. Registros enmiendas.....	105
Tabla 45. Cálculo producción hortícolas.....	106

1. INTRODUCCIÓN

El 86% de la energía primaria que consume la especie humana proviene de combustibles fósiles. La producción de petróleo está en descenso desde 2005. En consecuencia se han buscado y explotado nuevas fuentes de petróleo alternativas (gas natural, *fracking*, arenas bituminosas, petróleos en aguas profundas y biocombustibles), que a pesar de que hasta ahora han podido compensar el descenso de producción de petróleo convencional, también se les prevee descenso de rendimiento, siendo dependientes de técnicas extractivas con altos costes energéticos y materiales, de manera que presentan tasas de retorno energético cada vez más bajas próximas a resultar, y ya en algunos casos siendo, negativas. Como alternativa se alienta la esperanza de las energías renovables, que a pesar de su gran rendimiento son limitadas dadas las fronteras físicas del planeta Tierra (minerales fundamentalmente), de manera que, actualmente aún desarrollando por completo y aceleradamente la tecnología necesaria para la reconversión energética, a la que ya llegamos tarde, no sería posible más que producir un porcentaje de la energía consumida actualmente. (Turiel, 2020).

Esta situación de empobrecimiento energético se da en el contexto actual de declaración de emergencia climática (MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO, 2020) y ambiental. La ONU, en un informe científico elaborado por El Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente, en el que aborda la situación, detalla el contexto de partida, a destacar: Cada año el mundo pierde 24.000 millones de toneladas de suelo fértil; actualmente las especies se están extinguiendo entre decenas y cientos de veces más rápido que la tasa natural, con un millón en peligro de extinción, de las 8 millones de especies de plantas y animales que se calcula que hay en el mundo; las variedades y razas de especies domésticas están en regresión, estando ya el 9% de las razas animales extintas; los ecosistemas se están destruyendo a causa de la explotación y el uso intensivo, agravándose el desastre por las consecuencias del cambio climático; desde 2010 se ha perdido alrededor de un 10% de la superficie de bosques naturales que constituyen un tercio de la superficie terrestre; la degradación y la transformación de la tierra para uso humano representan alrededor de un cuarto de las emisiones de gases de efecto invernadero en la última década, más de la mitad a consecuencia de la deforestación y el resto principalmente por la pérdida de carbono almacenada en el suelo en tierras cultivadas; los ecosistemas alterados o intervenidos representan la mitad de la superficie terrestre y de esta una sexta parte se encuentra degradada, parte de manera irreversible; se prevee riesgo de escasez de agua y de afección por incendios forestales especialmente en zonas áridas. (NACIONES UNIDAS, 2021). En consecuencia se están agravando las injusticias sociales, las tasas de pobreza y de hambre y desigualdad mundiales y todo ello bajo la amenaza de los efectos del cambio climático, cuya realidad nos impone el reto de reducir las emisiones de CO₂ en un 45% de aquí a 2030 con respecto a las emisiones de 2010 y alcanzar las cero

emisiones netas para 2050, con el objetivo de limitar el calentamiento a 1,5° para minimizar las consecuencias (ONU, 2021).

Todo ello es consecuencia directa del tipo de modelo productivo actual, como lo es el abandono de las zonas rurales en pro de la concentración en espacios urbanos. Actualmente más de la mitad de la población vive en ciudades, y se prevee que en 2050 pasen a ser el 68% según datos de la ONU (ONU, 2018). El capitalismo y en consecuencia la globalización y deslocalización de la producción primaria, así como las consecuencias de la revolución verde (pasada y presente) impulsada por este, ocasionaron la dependencia de grandes cantidades de insumos incrementando los costes de producción, así como ambientales y de salud, y han empobrecido y llevado al límite la supervivencia de las poblaciones rurales cada vez más menguadas, con la consecuente pérdida cultural con respecto a las relaciones humanas y con el medio (Giménez et al. 2013), derivada de prácticas culturales tradicionales que durante tantos siglos nos permitieron convivir con él. La agricultura tradicional desarrolló agrosistemas diversos cuya biodiversidad es comparable a la de ecosistemas naturales, con presencia de cultivos anuales y perennes de los que se obtenían múltiples productos (Altieri y Nicholls, 2003). La distancia con respecto al medio rural de grandes masas de población urbana genera una situación de analfabetismo ambiental y reducción de mecanismos de resiliencia de las comunidades humanas, dando lugar a una alta dependencia de gastos energéticos (combustible, transporte, maquinaria, materiales, etc), generando residuos y gases de efecto invernadero, con alto riesgo de padecer calor extremo y de tener aire y agua contaminados, así como riesgo de carencia de soberanía y seguridad alimentaria (FAO, 2016), dada la dependencia de importaciones, debidas a la desaparición de productores locales y al uso de pesticidas, respectivamente.

Por ello son necesarias propuestas alternativas de producción y desarrollo humano basadas en el decrecimiento y en procesos que promuevan y optimicen los procesos ecológicos que permitan el abastecimiento humano de manera sostenible y permanente en el tiempo: optimizando la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes a lo largo del tiempo, potenciando prácticas agrícolas que mejoren la salud y la estabilidad de los agrosistemas a través del incremento de la biodiversidad y minimizando el uso y la pérdida de energía, agua y tierra fértil a través de su conservación y regeneración, y recuperando conocimientos y saberes ancestrales respecto a la convivencia con los ecosistemas naturales, promoviendo procesos de empoderamiento campesino en las comunidades rurales y re-habitándolas. Todos ellos son principios propuestos por la agroecología (Nicholls, 2017), siendo una herramienta validada, recomendada y puesta en práctica por organismos internacionales como la FAO, para alcanzar la mayoría de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (FAO, 2018).

En este contexto crear espacios urbanos productivos desarrollados a través de técnicas agroecológicas parece ser una estrategia útil y práctica en muchos aspectos. Por un lado los espacios

verdes urbanos aportan múltiples beneficios sobre la salud de las personas, tanto físicos como mentales. Recientes estudios muestran que el crecimiento de niños y niñas en entornos urbanos con mayor presencia de espacios verdes disminuye el riesgo de padecer desórdenes mentales (Engermann et al, 2019). Los árboles urbanos incrementan la calidad del aire, eliminando grandes cantidades de contaminantes (O3, PM10, NO2, SO2, CO), un estudio realizado en 2006 en Norte América, estimó en 71.000 toneladas métricas la eliminación de la contaminación del aire llevada a cabo por los árboles urbanos de EE.UU, con valor de 3,8 millones de dólares (Nowak et al. 2006). Hay evidencias acerca de mayores beneficios por llevar a cabo actividad física en espacios naturalizados, relacionados sobre todo con mayor presencia de emociones positivas, disminución de fatiga e incluso menor presión sanguínea después de situaciones estresantes (deVries et al. 2011). En el mismo sentido existe una relación directa entre espacios urbanos con mayor biodiversidad con una mayor sensación de bienestar (Carrus, 2015). Un meta-análisis que incluyó 9 estudios longitudinales en 9 países diferentes, evaluó la relación entre la existencia de zonas verdes urbanas y la muerte prematura de las personas, concluyendo que un incremento de áreas verdes alrededor de la vivienda se asocia de manera significativa, con la reducción de muerte prematura (Rojas-Rueda, 2019). En el mismo trabajo se refieren estudios que relacionan resultados similares con con el hecho de que la vegetación urbana reduzca la presencia de PM2,5 y otro que lo relaciona con la disminución de contaminación acústica, causa a su vez de estrés, enfermedades cardiovasculares, insomnio y muerte.

Además generan beneficios socio-económicos. Existen evidencias de grandes ahorros para las ciudades relacionados tanto con la reducción de contaminantes del aire, el incremento de eficiencia energética y con la función de sumidero de carbono, todas ellas llevadas a cabo por los arbolados urbanos (FAO, 2016). De esta manera la presencia de bosques urbanos se relaciona con reducciones de costes relacionadas con mitigación de impactos ambientales como inundaciones, de costes en calefacción/ refrigeración en los hogares, relacionados con la salud y con el desarrollo económico de los entornos urbanos adyacentes, entre otros, que dan lugar a un balance coste-beneficio que si en los primeros años resulta negativo, posteriormente y a medio-largo plazo es claramente positivo dado el ahorro de costos (Dwyer et al. 1992).

Los jardines de agrosilvicultura son uno de los espacios verdes más significativos en países de África Occidental, donde estas prácticas contribuyen a la seguridad alimentaria e incluyen la plantación y recolección de árboles frutales en la calle y la creación de parques públicos medicinales, siendo parte integral de la mayoría de los hogares urbanos y periurbanos de pequeñas y medianas ciudades (Castro et al. 2018). Un estudio realizado entre 1970 y 1971 en Senegal evaluó el impacto que el establecimiento de jardines comestibles urbanos gestionados por mujeres en el medio urbano tuvo sobre la nutrición de la comunidad. Los resultados no arrojaron diferencias significativas con la implantación de los mismos, sin embargo, si manifestó un impacto marcado en los ingresos de las

mujeres, afectando a su estatus social y su conciencia de los hábitos sociales y alimentarios. (Brun, Reynaud y Chevassus-Agnes, 1989).

Los bosques urbanos no solo son proveedores de múltiples servicios ecosistémicos, tangibles e intangibles, mejoran la salud humana y el bienestar social, reducen la contaminación acústica y del aire, mitigan los efectos de fenómenos atmosféricos extremos, ofrecen refugio climático y proveen de recursos, entre otros, sino que además se proponen como una herramienta eficaz para la mitigación de los efectos del cambio climático (Priego, 2002; Márquez, 1991; Borelli et al. 2018; Calaza et al 2018, Cariñanos et al 2018, Dobbs et al 2018) que, diseñados usando las analogías naturales y desarrollados como sistemas productivos agroecológicos agroforestales proveen de forma más eficiente de servicios de alimentación, materiales y energéticos, mediante la protección y restauración del suelo, la captación de carbono y el incremento de la biodiversidad (Altieri y Nicholls, 2009). De esta manera estos sistemas han empezado a popularizarse como alternativas productivas, donde la sostenibilidad y la resiliencia del mismo son los elementos fundamentales (Castro et al. 2018).

Los espacios verdes ajardinados clásicos poseen virtudes derivadas de su vegetación pero presentan grandes requerimientos de mantenimiento y de insumos y son gestionados primando su valor estético y no la funcionalidad ecosistémica. Por otro lado las huertas urbanas ofrecen grandes beneficios en cuanto a soberanía alimentaria, educación salud y restauración de suelos (Russo et al.2017) en mayor o menor medida según los métodos de cultivo usados, sin embargo siguen siendo dependientes de insumos y a pesar de ser espacios naturalizados no poseen los beneficios propios de especies leñosas de mayor longevidad y tamaño, en cuanto a la captura de carbono (Calaza et al 2018), moderación del clima, disminución de uso de energía en los edificios, estabilización y restauración de suelos e incremento de biodiversidad, entre otras (NOWAK, 2018). Ambos modelos, siendo imprescindibles dentro del entramado urbano y aportando incuestionables beneficios, a pesar de ser espacios naturalizados se encuentran muy alejados de los procesos naturales, no fomentan procesos de sucesión ecológica ni se basan en diseños que emulen la naturaleza potenciando interacciones entre sus elementos, y en consecuencia implican grandes inversiones de energía y materiales para controlar y contrarrestar la tendencia de los procesos ecosistémicos naturales.

Los espacios urbanos que combinan técnicas productivas agroecológicas y agroforestales con el jardín o huerto urbano suponen una miscelánea que multiplican exponencialmente la eficiencia energética y de insumos a través de la biodiversidad, tanto planificada como asociada, debido a las interacciones positivas generadas de la relación de los distintos componentes, derivadas del diseño y el manejo (Altieri y Nicholls, 2009). Estos son conocidos en la bibliografía más frecuentemente como “Bosques alimenticios” siendo definidos como policultivos perennes que imitan el ecosistema forestal (Russo et al. 2017). La agroforestería optimiza los procesos ecológicos, haciendo un uso eficaz de los recursos naturales (agua, luz, suelo, espacio), al usar ecosistemas naturales como modelo y es la

práctica tradicional de la agricultura de subsistencia basada en poca inversión y gasto en insumos (Farrel y Altieri, 1987). En consecuencia los beneficios extraídos son también incrementados (Farrel y Altieri, 1987), de manera que resultan interesantes en un contexto de necesidad de búsqueda de modelos urbanos sostenibles capaces de responder a las crecientes demandas de alimentos, materiales, energía y servicios ecosistémicos básicos, a escala local y mundial.

El Bosque Urbano Productivo de Adeje se presenta como un proyecto de estas características, siendo un parque, jardín, huerta, bosque urbano, alimentario y productivo, diseñado a partir de los principios agroecológicos. La escasez de proyectos y estudios sobre sistemas de tales características en núcleos urbanos, sobre todo de Europa Oriental y América del Norte, hace que exista un sesgo acerca de los servicios ecosistémicos que estos proveen (Castro et al. 2018) y el potencial que aparentemente poseen, hacen de su estudio una labor necesaria para valorar la utilidad real de estos (Nowak, 2018).

El presente trabajo estudia el proyecto anterior a través de la identificación, análisis y valoración de los recursos ecosistémicos que los sistemas de este tipo pueden proveer al entorno urbano, proponiendo una herramienta metodológica que permita evaluar o promover el desarrollo de metodologías adaptadas, para la evaluación de sistemas similares que permitan identificarlos como posible estrategia de desarrollo local y sostenible.

2. CONTEXTO. CASO DE ESTUDIO

El Bosque Urbano de Adeje, BUPA a partir de ahora, se encuentra en el municipio de Adeje, con 49.030 habitantes, siendo el quinto municipio con mayor cantidad de habitantes de toda la isla (AYUNTAMIENTO DE ADEJE), localizado en el sur-oeste de la isla de Tenerife.

Tenerife es una de las 8 islas del archipiélago que constituye la Comunidad Autónoma de Canarias, perteneciente políticamente al estado español, y geográficamente al continente africano (la isla más cercana a la costa africana se encuentra a 95 km, Fuerteventura). En la Figura 1 se muestra la posición planetaria de las islas y en la Figura 2 la localización del municipio de Adeje (GOOGLE EARTH, 2021). Se trata de la isla con mayor extensión (2.058 Km²) y de mayor altura (Pico del Teide, 3.718m) del archipiélago canario.



Figura 1. Posición Planetaria Islas Canarias

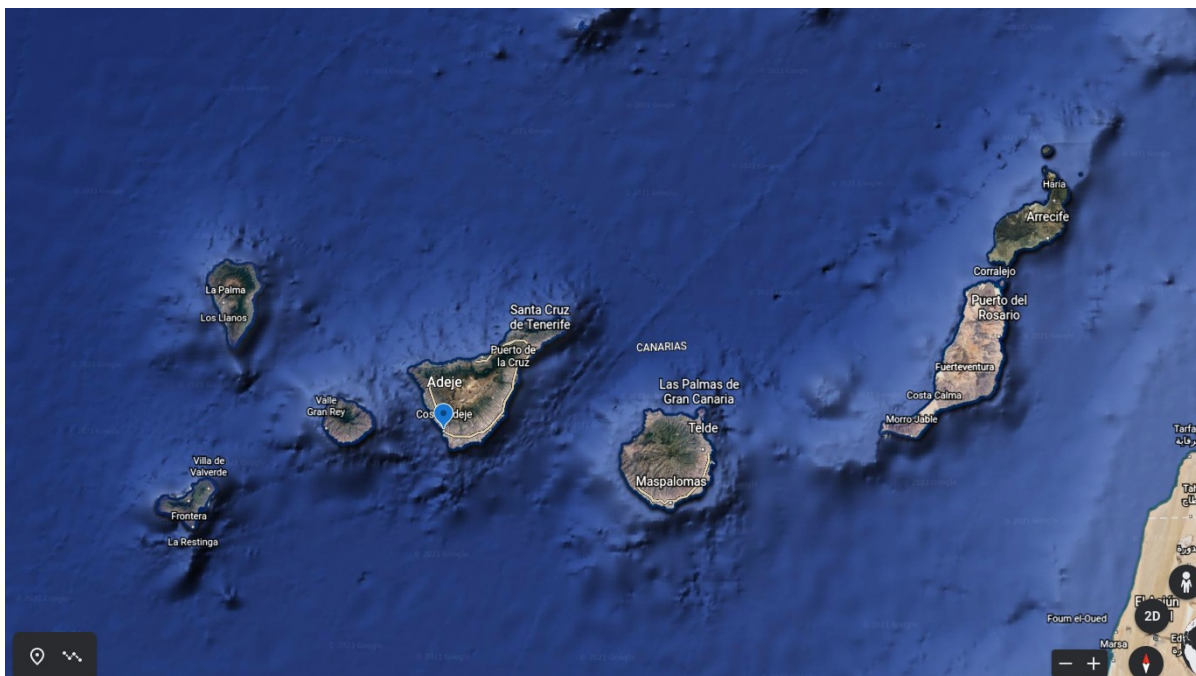


Figura 2. Localización geográfica AdejeClima, historia y economía Tenerife. Adeje

El BUPA, según la clasificación propuesta por S.Rivas-Martínez (Rivas-Martínez, 1983) y aceptada actualmente (Santana et al, 2020), está bajo influencia del bioclima¹ Inframediterráneo inferior – árido, caracterizado por presentar temperaturas suaves con inviernos lluviosos y veranos secos, con precipitaciones menores a 125, encontrándose en el municipio de Adeje, en la vertiente sur en la franja de altitud inferior a 500m de altitud. En las Figuras 3 y 4 se concreta el piso bioclimático de la zona, en primer lugar se observa el plano elaborado a partir de la Ortofoto de la zona donde se localiza el Bosque (delimitado en líneas negras y relleno verde) y la cartografía de la vegetación potencial según el piso bioclimático (VISOR GRAFCAN, 2021) y en la segunda se detalla la clasificación bioclimática propuesta por la bibliografía para la isla de Tenerife (Santana et al, 2020). Las horas de sol son de media unas 117 al mes y al día varía desde enero, que es el mes menos soleado, de 8h al día a 12h en julio, siendo el mes con mayor número de horas (CLIMATE-DATA.ORG), de manera que presenta temperaturas suaves y estables a lo largo del año, con elevado número de horas de insolación al día.

1 Los bioclimas determinan los pisos bioclimáticos, zonas que presentan características climáticas particulares en función de su localización geográfica y altitud, relacionándose con una comunidad vegetal propia, piso de vegetación. Este tipo de caracterización permite describir la comunidad biótica potencial de un lugar en función del piso bioclimático dado.

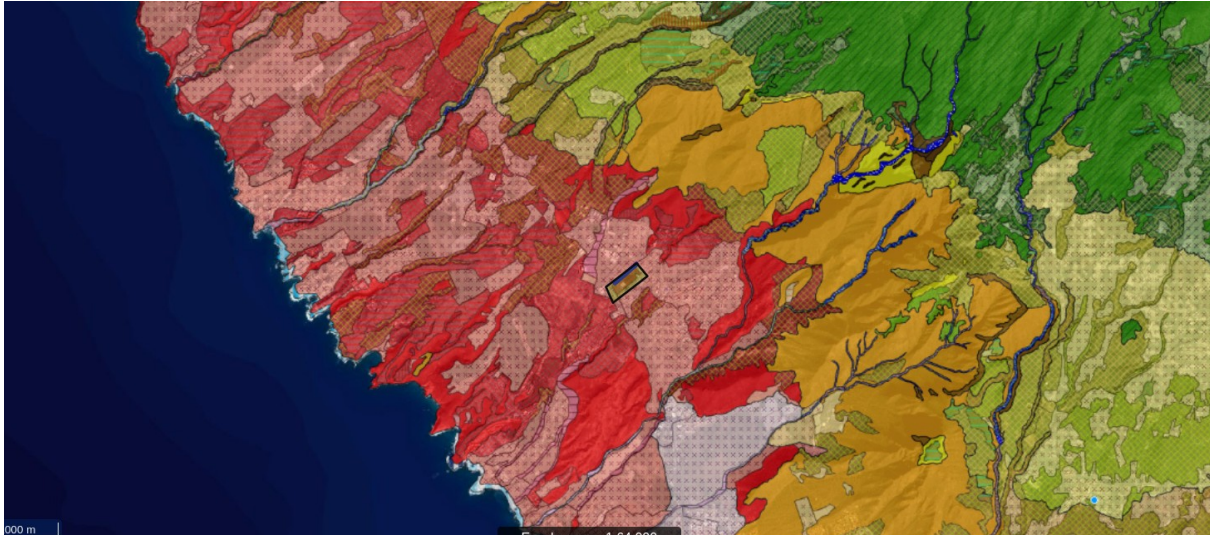


Figura 3. Ortofotografía vegetación potencial Adeje y BUPA.

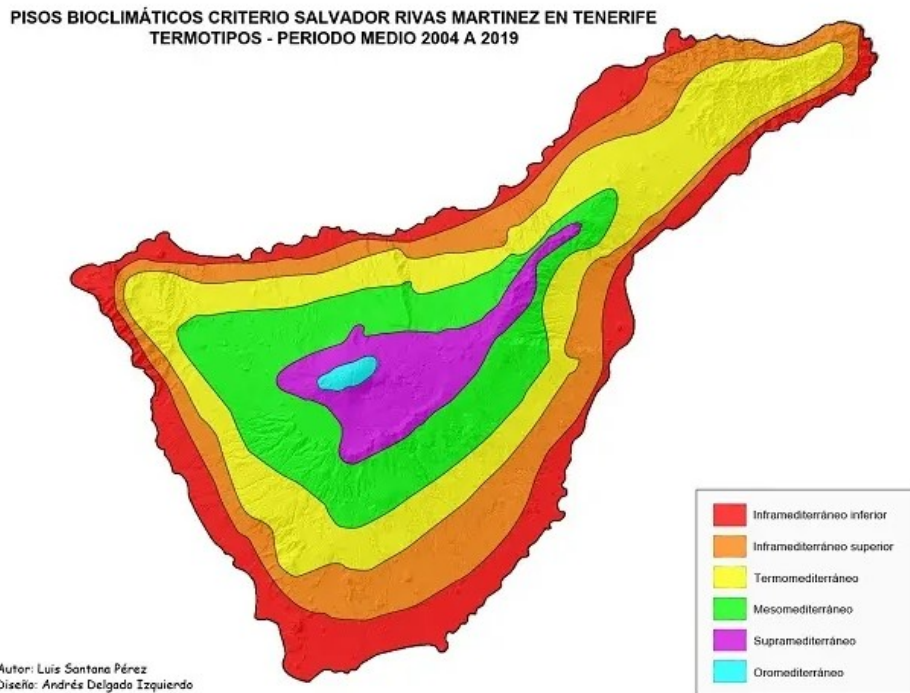


Figura 4. Clasificación bioclimática Tenerife

El municipio, así como la totalidad del archipiélago canario, está sometido a un fenómeno natural que ocurre con relativa frecuencia, la calima, masas de aire caliente cargadas de partículas finas en suspensión que son trasladadas desde el desierto del Sáhara hasta las islas, llegando en ocasiones al sur de la península. Estas partículas suponen una gran fuente de contaminación aérea, provocando distintas problemáticas: pérdida de cultivo, alteración del tráfico aéreo, generación de incendios

forestales y problemas respiratorios entre otras, (Dorta et al. 2005). En un estudio realizado sobre diferencias de asistencias hospitalarias en periodos de calima en Tenerife, se registró un incremento de 10 veces más visitas a urgencias por crisis asmáticas (García, 2001). En el mismo estudio se observaron incrementos de visitas de pacientes EPOC. La misma autora destaca el papel agravante del efecto de la calima sobre las personas derivado de las condicionantes climáticas de la isla y la relación de estas con los contaminantes industriales, que al no ser evacuados de la atmósfera crean altas condensaciones de aire contaminado en los días de calima, con grandes perjuicios sobre la salud.

El desarrollo económico de Tenerife durante todo el siglo XIX y hasta finales del siglo XX estuvo predominado casi en totalidad por el comercio y fundamentalmente por el sector primario basado en el cultivo en latifundio de plátano y tomate (CABILDO DE TENERIFE, sin fecha), impulsado en Adeje fundamentalmente por la empresa británica Fyffes, que adquiere grandes extensiones de tierra, y desarrolla una gran cantidad de infraestructuras hidráulicas en el municipio (AYUNTAMIENTO DE ADEJE, sin fecha). Desde los años 70, la economía del municipio, y de la isla, está basada fundamentalmente en sector terciario, donde el turismo aporta aproximadamente el 70% del PIB tinerfeño (CABILDO DE TENERIFE, sin fecha), estando concentrado fundamentalmente en el sur de la isla. El sector primario es muy minoritario, estando cultivado solo el 10% de la superficie de la isla. Los cultivos más representativos son la vid y la papa, de secano, y el plátano y tomate (y cada vez más otros cultivos tropicales como el aguacate o el mango) de regadío. La agricultura de la isla, igual que en el resto del archipiélago, es fundamentalmente exportadora, siendo el plátano el principal producto (Rodríguez, 2014).

La gran representatividad del turismo en la economía canaria la hace especialmente susceptible y dependiente. Según datos del Gobierno de Canarias, esta fue la comunidad autónoma con mayor pérdida de empleo (incremento del 31,1% de tasa de paro y un 20,1% de reducción del PIB con respecto al 11,1% y 10,8% de media estatal). A lo largo de 2020 el descenso de gasto de turistas internacionales en las islas ha sido del 71,4%. (GOBIERNO DE CANARIAS, 2021).

Así mismo la baja representación del sector primario y el hecho de que la mayor parte de su producción sea de exportación representa una alta deficiencia en cuestión de soberanía alimentaria de las islas en su conjunto (García et al. 2012). Desde finales del siglo XIX y hasta la actualidad la producción de alimentos para suministro local fue desplazada por la agricultura de exportación. Por otro lado la agricultura en sectores con desarrollo turístico quedó reducida a una mínima expresión, concentrada en las medianías fundamentalmente para autoconsumo, como es el caso de Adeje, con grandes pérdidas de tierras fértiles sustituidas por asfalto. En todo ese proceso fue determinante la inclusión del estado español en la UE. De esta manera, la balanza agroalimentaria de Canarias presenta un gran desequilibrio: solo en huevos y y legumbres hay un abastecimiento del 60% siendo

para el resto de productos inferior al 37%, en el caso de la leche menos del 8% y menor al 1% de cereal (Nuez y Redondo 2008).

El agua en las islas es privada, consecuencia y herencia de políticas propias del proceso de colonización. Las zonas de cultivo de exportación que fueron posteriormente las que acumularon el mayor desarrollo turístico son aquellas que concentran las infraestructuras de agua y capital y absorben en consecuencia los recursos hidráulicos de las islas, dejando aisladas y desabastecidas las zonas con agricultura de subsistencia. La despoblación de entornos rurales responde a una lógica similar, siendo los centros turísticos quienes concentran la mayor parte de la población activa. (Nuez y Redondo 2008).

2.1. Descripción Bosque Urbano Productivo de Adeje (BUPA)

El caso de estudio es un sistema agroforestal subtropical-tropical desarrollado según los principios agroecológicos, dentro de un recinto de 26.880 m², un antiguo parque de propiedad municipal que se encuentra en el municipio de Adeje a 216 m de altitud sobre el nivel del mar. Se trata de un recinto cerrado (limitado por muros y vallas) que antiguamente pertenecía a la empresa frutícola Fyffes, siendo una explotación agrícola de plátano y tomate (AYUNTAMIENTO DE ADEJE, sin fecha). Posteriormente el recinto se convirtió en un parque urbano donde se desarrollaron instalaciones de restauración y elementos de recreo con zonas ajardinadas con algunos ejemplares ornamentales comunes en la zona (y en la isla) como falsos pinos, *Casuarina equisetifolia*, flamboyanes, *Delonix regia*, palmeras, predominando el género *Washingtonia sp*, y algunos arbustos ornamentales del género *Hibiscus*, *Myoporum sp* y *Thevetia sp*, entre los más representativos. En la Figura 5 se muestra la situación del recinto previa a la construcción del parque en 2008 (GRAFCAN, sin fecha), en la foto de satélite de la Figura 6 se observa el parque existente previo a la instalación del BUPA (GRAFCAN, sin fecha), donde se observan las zonas ajardinadas con bordes vegetales e interiores con escasa o nula presencia de vegetación, que se corresponde con el antiguo Parque Central. El recinto está rodeado por acera adoquinada con alcorques donde están plantados ejemplares de gran porte de Flamboyán y palmeras *Washingtonias* en buen estado de salud, salvo afecciones de mosca blanca algodonosa, *Aleurodicus dispersus* en estas últimas, que no provoca daños severos en los ejemplares. Al suroeste linda con un pabellón deportivo con una extensa área asfaltada de aparcamiento sin vegetación.



Figura 5. Imagen zenital recinto BUPA 2008. Campo cultivo abandonado



Figura 6. Imagen zenital recinto BUPA 2019. Parque central

El recinto se encuentra a menos de 200 m del espacio natural más cercano, y a menos de 1400 m del Barranco del Infierno, Zona de Especial Conservación (ZEC). A menos de 3000 m se encuentra la corona forestal, igualmente ZEC. Figura 7 (GRAFCAN, 2021).



Figura 7. Distancia BUPA a zonas naturales

2.1.1. Distribución espacial

El BUPA ocupa una superficie total de 16.448,63 m². El área del BUPA se ha nombrado como Zona 1 (Z1) dado que se trata de la primera fase de un proyecto más amplio que abarca tres zonas, siendo la Zona 2 (Z2) de proyección para instalación de sistemas agroforestales diversos bajo criterios igualmente agroecológicos y la Zona 3 (Z3) para instalación del agromercado municipal.

Nuestro caso de estudio se restringe a la Z1, aunque para el estudio de funcionalidad se incluirá la zona asfaltada o carretera/camino con 2,195 m², que atraviesa el parque de este a oeste separando las zonas 1 y 2, una franja de bosque ya implantada en la Z2, con 95,05 m² y la zona ajardinada adyacente exterior al recinto con 2960,266 m², dado que a efectos espaciales y funcionales estas forman parte del mismo ecosistema (Google Earth, 2021). En la Figura 8, se muestra el recinto indicando las distintas zonas. Limitadas en color rojo se señalan la Z1 y las zonas añadidas en el estudio exteriores a Z1 nombradas como carretera, PG y prado, respectivamente.

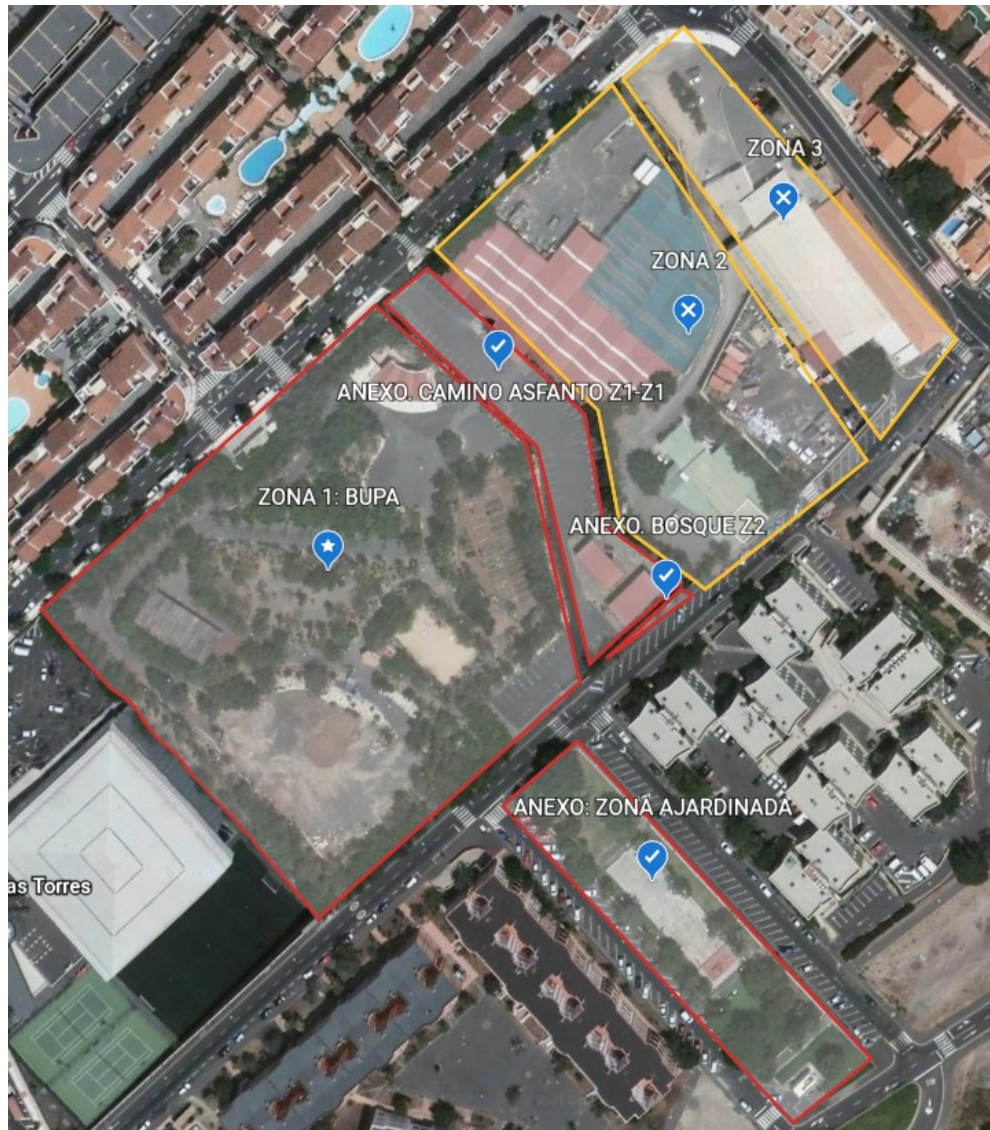


Figura 8. Recinto BUPA, y parcelas incluidas en el estudio señaladas en rojo.

La distribución espacial está organizada en parcelas que son las unidades de superficie separadas por caminos principales cubiertos de picón rojo o puzolana², donde se encuentran las zonas con vegetación. En el recinto existen a su vez edificios, y depósitos de agua permanentes.

² Material silíceo o aluminio-silíceo de origen volcánico a partir del cual antiguamente se fabricaba cemento y que actualmente es usado en construcción en la restauración de canteras y obras públicas y coberturas de espacios verdes urbanos y en agricultura como enmienda, sustrato y cobertura, por ser un producto local de bajo coste, longevo y con propiedades físico-químicas interesantes como su gran capacidad de absorción de agua y capacidad de filtración.

Parcelas

Ocupan un total de 12025,10 m². Hay dos tipos de parcelas, las perimetrales y las parcelas interiores. La Figura 9 se corresponde con una foto cenital del BUPA de octubre de 2020 (AYUNTAMIENTO ADEJE, 2020).



Figura 9. Imagen cenital. Parcelas Octubre 2020.

Las parcelas están bordeadas por rocas y piedras de diversa procedencia y gran tamaño que delimitan y elevan sobre el suelo la altura de las zonas de cultivo, conformando un recinto cerrado con una profundidad que varía desde aproximadamente 1 a 1,5 metros. Este recinto fue rellenado de diversos sustratos y materia orgánica, conformando el suelo donde actualmente reposa el sistema agroforestal. La superficie de cultivo se encuentra nivelada salvo las zonas adyacentes a las rocas cuya altura depende de las rocas que lo bordean. Los perímetros de la Z1 poseían una pendiente en torno a 45° y estaban plantados con especies ornamentales rústicas. La pérdida por erosión de esta zona era considerable. En la Figura 10 se observa la situación de los perímetros.



Figura 10. Relieve perímetro. Foto de autora.

Las parcelas se dividen a su vez en islas interiores y perímetro por el paso de caminos de 1 m de ancho cubiertos de picón depositado sobre el sustrato (caminos previstos para visitas guiadas, pero no habilitados para movilidad reducida). La zona perimetral de cada isla está localizada entre el borde de roca y el camino que bordea el resto de islas o islas interiores y posee un ancho variable entre 0,5 y 1 m de ancho. Tanto el perímetro como las islas interiores constituyen la zona de cultivo, con acceso restringido y permitido solo para labores agrícolas. Figura 11 (AYUNTAMIENTO ADEJE, 2020).



Figura 11. Parcela 4. Detalle islas y con caminos interiores y perímetro. Octubre 2020.

Caminos

Salvo el mencionado camino que separa Z1 de Z2, el resto de caminos que comunican las distintas parcelas están cubiertos con picón rojo de diámetro pequeño, sobre el suelo de tierra compactada del antiguo parque. La superficie ocupada por los caminos de picón es de 4.423,53 m².

El circuito de caminos incluye drenajes para recaptación de agua hacia las zonas perimetrales de cultivo.

Edificaciones

En el recinto encontramos a su vez edificaciones agrupadas en dos núcleos, un núcleo adyacente a la parcela 7, donde encontramos un antiguo restaurante con porche y baños exteriores, y otro adyacente a la parcela de la laguna, donde hay, igualmente en desuso, un quiosco con independencias de baños y duchas, ambas edificaciones actualmente se usan como almacén. En el extremo este del camino entre la Z1 y la Z2 se encuentran los edificios de la oficina y un aula.

Depósitos de agua permanentes

- Lagunas o charcas naturalizadas de entre 2 y 6 m² de superficie en cada parcela proyectadas. Actualmente solo hay en La P5, dos lagunas de 1 m² y 6 m² de superficie y 0,5 y 1 m de

profundidad máxima respectivamente. En la Figura 12 se muestra el detalle de la charca de 6m².



Figura 12. Charca parcela 5. Foto de autora.

- Laguna central en construcción. Una laguna de 289 m² de superficie ocupando casi por completo la PL. Incluye un sistema de filtrado y recaptación de agua naturalizado a través del uso de plantas acuáticas, una cascada y un sistema de lagunajes de menor tamaño adyacentes. Esta laguna se considera construida para el presente estudio, tratándose como cubierta de agua. En la Figura 13 se observa la Laguna en proceso de construcción actual.



Figura 13. Laguna en construcción. Foto de autora.

2.1.2. Diseño

Fundamento

Entendiendo argoecología según la definición propuesta por Miguel Ángel Altieri como “la disciplina que provee los principios ecológicos básicos sobre cómo estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que son productivos y a su vez conservadores de los recursos naturales y que además, son culturalmente sensibles y socialmente y económicamente viables.” siendo los agrosistemas “ecosistemas con comunidades de plantas y animales interactuando con su ambiente físico y químico que ha sido modificado para producir alimentos, fibra, combustible y otros productos para el consumo y procesamiento humano.” (Altieri, 2002), el caso de estudio ha sido desarrollado a partir de los principios agroecológicos, promoviendo la creación de un sistema forestal productivo desde una perspectiva holística en cuanto a las dinámicas que regulan y sostienen los ecosistemas, combinando elementos ecológicos, urbanos y agrarios.

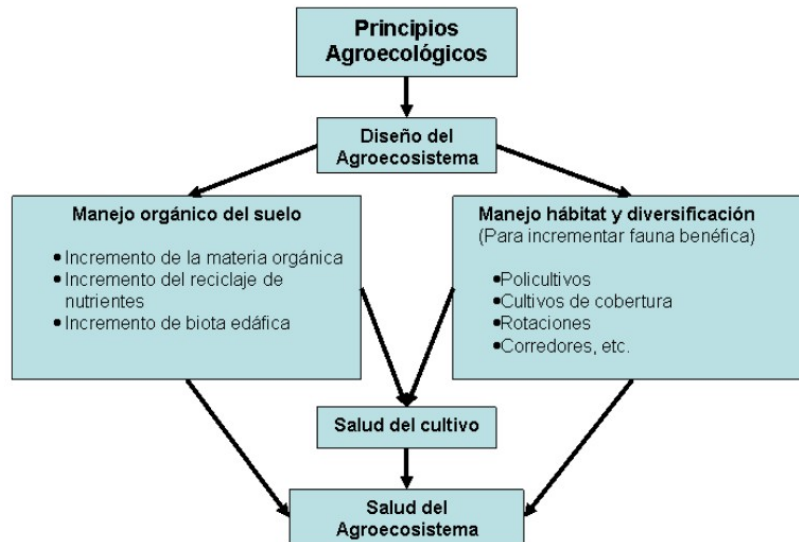


Figura 14. Principios agroecológicos (Altieri y Nichols, 2007)

Base teórica

Para ello se han tomado como referencia las tradiciones y escuelas de diversas prácticas. Por un lado las empleadas en sistemas agroecológicos, como se indica, y las de sistemas agroforestales, esto es, sistemas productivos que intercalan entre sus cultivos especies herbáceas y leñosas, cuya aportación es que al combinar elementos, se obtienen beneficios como disminución de pérdidas por erosión, incremento de biodiversidad, incremento de captura y retención de agua y carbono en el suelo, mayor estabilidad y resiliencia del ecosistema e incremento del rendimiento económico total, entre otras (Coello y Moré, 2019).

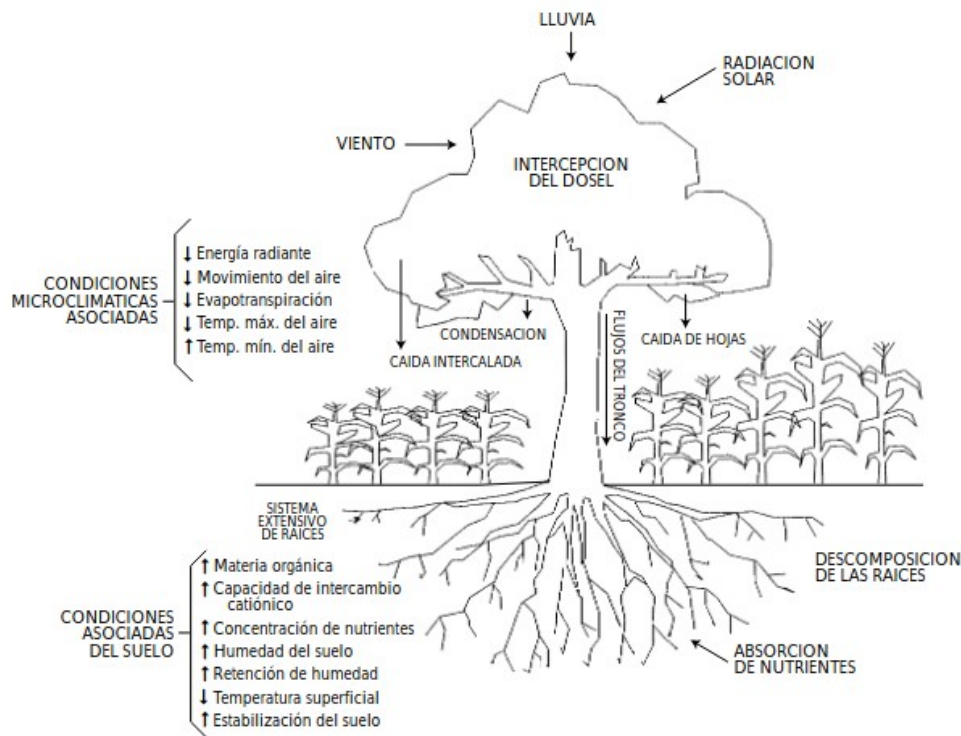


Figura 15. Beneficios de los árboles en los agrosistemas. (Farrel y Altieri, 1987)

Por otro lado se aplican técnicas más propias de restauración de suelos y reforestación como las propuestas por Akira Miyawaki que propone métodos de reforestación acelerada, focalizados en el trabajo de suelo (cubriendo el suelo, incorporando grandes cantidades de materia orgánica, trabajando el relieve del suelo para salvar pendientes y cárcavas, entre otros) y basados en plantaciones muy densas de ejemplares representantes de toda la diversidad y mosaico de especies nativas (plantar especies junto a sus acompañantes naturales), dando lugar a restauraciones de bosques nativos en 15-20 años, que de manera natural tardarían entre 150 y 200 años en darse (Miyawaki, 2004). Actualmente hay diversas prácticas que combinan ambas vertientes, es decir, combinan técnicas de restauración y reforestación usando especies nativas, con técnicas productivas, introduciendo especies alóctonas pioneras y productivas, manejando el sistema en función de las necesidades productivas, siempre desde la perspectiva, una vez más, de las prácticas agroecológicas. Algunas de estas prácticas, cada vez más en auge pero muy minoritarias, han constituido diversas escuelas entre las que pueden destacarse la silvicultura sintrópica o agroforestería sucesional, desarrollada sobre todo en bosques tropicales (no exclusivamente), como en Brasil a partir de las prácticas promovidas por Ernst Götsch (AGENDA GÖTSCH, sin fecha), o en Puerto Rico a partir de la agroforestería análoga, sistema productivo desarrollado a partir de la reconstrucción del ecosistema potencial del lugar (RED

INTERNACIONAL DE FORESTERÍA ANÁLOGA, sin fecha). Todas ellas están inspiradas tanto en las prácticas y técnicas tradicionales propias de los pobladores de las selvas tropicales (Nigh y Ford, 2015), como en las características de los bosques propios del lugar, siendo ambas la base de inspiración del diseño llevado a cabo en el caso de estudio.

Los bosques tropicales se caracterizan por la presencia de un gran número de especies representadas por pocos individuos, con patrones espaciales complejos entre el suelo y el dosel (estrato más elevado del bosque). Para el estudio de estos sistemas es necesario valorar la estructura vertical de los mismos, que en función de los objetivos planteados puede realizarse desde distintas perspectivas: dinámica (reflejando el cambio y la evolución del bosque a lo largo del tiempo, identificando tres fases según el estado de los árboles); funcional (que distingue dos zonas según reciban mayor, o menor radiación solar, lo que influye en el microclima interno y la energía disponible para otros organismos, determinando la presencia de otras especies en cada nivel); y estructural, que es la que se usó, ya que considera la distribución espacial, en el diseño del BUPA. Esta perspectiva, agrupa las distintas especies en estratos o pisos, siendo cada estrato la separación en altura de los árboles en varias capas, haciéndose extensivo a la separación de las copas de los árboles. El abordaje permite caracterizar formaciones boscosas y su arquitectura, a través de las asociaciones vegetales y comunidades, las relaciones entre especies, individuos y paisaje (Melo et al. 2003), de manera que a partir de este es posible reconstruir el ecosistema introduciendo elementos productivos y adaptándolos al contexto determinado.

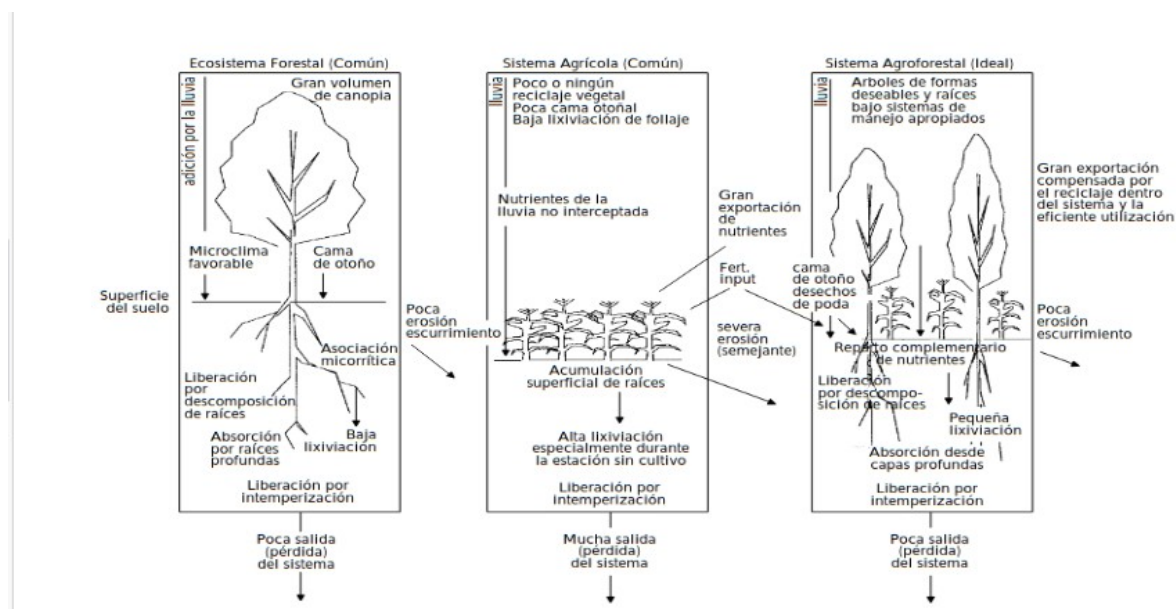


Figura 16. Relaciones de nutrientes y ventajas del sistema agroforestal ideal, comparado con los sistemas forestal y agrícola comunes (Farrel y Altieri, 1987)

El suelo del BUPA

Para establecer el sistema se trabajó el suelo buscando la máxima eficiencia en el uso de agua, creando sistemas de incorporación de materia orgánica procedente del propio sistema, cubriendo la totalidad de la superficie, salvando pendientes (presentes en el perímetro) y protegiendo la vida del mismo.

En las parcelas se lleva a cabo el sistema de bancales elevados (Figura 17) con ancho de entre 0,5-1,5 según la parcela, con el objetivo de plantar en líneas estableciendo varias hileras de cultivo en un mismo bancale. Los pasillos se rellenan con restos de poda (Figura 18) de procedencia municipal y del propio bosque, tanto de especies presentes con anterioridad de gran porte, como de nuevos ejemplares que en plazo de 4-5 meses ya tenían un gran desarrollo. Estos permanecen siempre rellenos y cubiertos actuando de compostadora *in situ* y haciendo de esponja o depósito de agua. Los bancales una vez plantados se cubren con restos de poda triturada.



Figura 17. BUPA bancales elevados recién construídos. Foto de autora



Figura 18. Bancales en estado final, pasillos rellenos de materia orgánica. Foto de autora

En el perímetro se aterrazó, creando bancales nivelados con zanjas de retención de agua, zonas de acumulación y almacenamiento, para evitar erosión por escorrentía. En las Figuras 19 y 20 se muestra el antes y después del trabajo de una porción perimetral.



Figura 19. BUPA. Pendientes perimetrales. Foto de autora.



Figura 20. BUPA. Aterrazado pendientes perimetrales. Foto de autora.

Selección, combinación y distribución de especies

Como se menciona con anterioridad el diseño del BUPA, se desarrolla incluyendo todos los elementos estructurales presentes en un ecosistema de bosque, en nuestro caso, bosque tropical húmedo, introduciendo todo ellos en alta densidad, a fin de recrear un ecosistema productivo que imite en forma y función a un bosque natural, de manera que este se desarrolle de forma acelerada, potenciando la sucesión ecológica. Estos elementos son combinados y distribuidos de manera que se potencien los procesos naturales que regularán y sostendrán el sistema, siendo este manejado en función de la producción deseada.

Las especies usadas fueron seleccionadas a partir de la disponibilidad de los viveros que nos suministraron, tras un proceso de estudio y clasificación de cada especie, según función productiva (la función que desarrollan en el sistema como suministrador de algún tipo de elemento material o inmaterial a las personas), función ecosistémica (labor desarrollada dentro del sistema en pro del equilibrio del mismo) y por el porte o estrato que potencialmente puede llegar a ocupar (distribución espacial). El criterio de selección responde a las necesidades del diseño con la máxima de incluir la mayor diversidad posible, incrementando la resiliencia del sistema y con el objetivo por un lado experimental y por otro de crear un museo y/o reserva de especies y variedades diversas. De esta manera, además de las especies productivas, se seleccionaron especies pioneras, de rápido crecimiento (fundamentalmente leguminosas) que aportan mayores cantidades de biomasa, nutriendo y acelerando la estabilidad del sistema (vivificar el suelo, aportar sombra, materia orgánica, etc) y ofreciendo soporte a las especies de interés u objetivo, en este caso fundamentalmente las de valor productivo, que requieren grandes cantidades de materia orgánica, y nativas, de lento crecimiento y con mayor potencial adaptativo una vez establecidas; especies acompañantes, representando las funciones ecosistémicas necesarias para la regulación del sistema, basadas fundamentalmente en la diversidad: atrayentes de polinizadores y avifauna, diversidad de estado fenológico, especies de barrera, etc; y especies ornamentales, dado que al tratarse de un bosque urbano la función estética es esencial.

En la Figura 21 se muestra un ejemplo de asociación presente en el BUPA, de izquierda a derecha: *Delonix regia*, leguminosa y por tanto nitrogenante, *Carica papaya*, frutal, y *Melia azedarach*, acompañante con propiedades insecticidas.



Figura 21. BUPA. Asociación tipo. Foto de autora

Las especies fueron distribuidas cumpliendo criterios de asociación (espacial y funcional) y proporciones asumibles por el sistema, que asegurasen la funcionalidad del mismo. En la Figura 22 se muestra la cuadrícula de distribución espacial en función del porte, elaborada por J.A. Hernández, director del proyecto, que orientó el diseño.

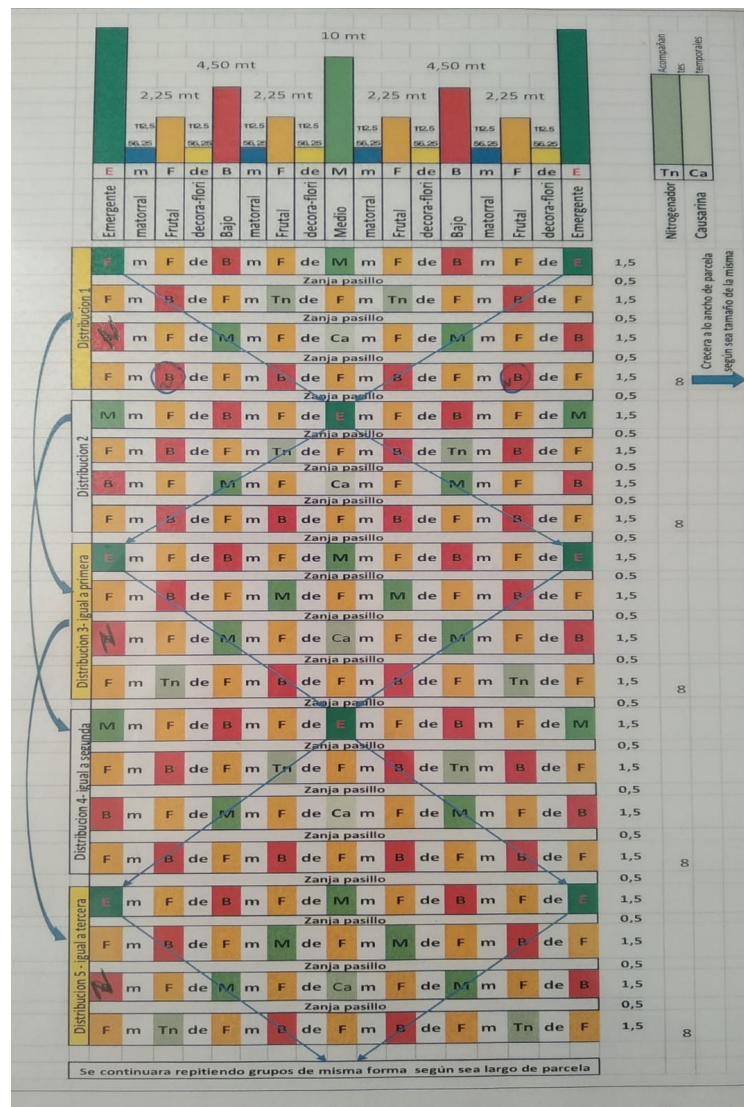


Figura 22. Cuadrícula de distribución según porte

En el diseño se tuvo especial atención en la selección de especies adyacentes al perímetro del recinto, instalando especies crasas o resistentes a posibles incendios. En los bordes de las parcelas fueron instaladas especies alelopáticas y con especial capacidad de captación de partículas nocivas del aire, como las coníferas, que son de las especies más eficaces para ello (Vásquez y Arroyave, 2019).

Los árboles guardan una distancia entre ellos de 1,125 m en las parcelas interiores y de 1,5 m en las perimetrales, intercalándose entre ellos especies de porte menor. En cada bancal encontramos una línea central de árboles, estando las líneas laterales cultivadas con hortalizas (inicio en marzo de 2021). Los frutales quedan intercalados alternándose entre especies acompañantes o de otro tipo (frutal – no frutal – frutal). Los pasillos entre bancales son de 0,5m. En la Figura 23 se presenta el esquema de distribución repetido en toda la extensión de las parcelas interiores.

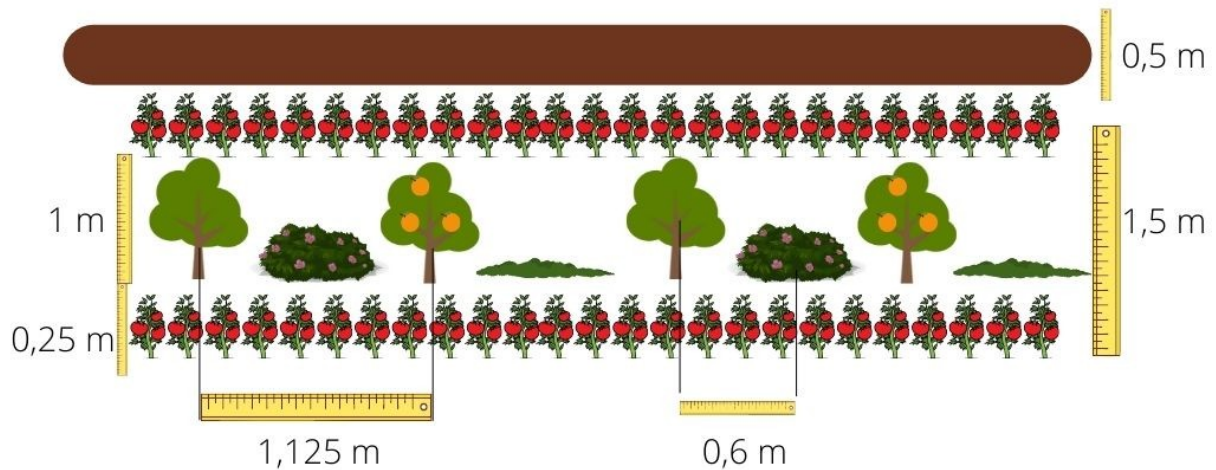


Figura 23. Esquema distribución espacial tipo. Elaboración propia

En la figura 24, 25 y 26 se muestran imágenes del BUPA donde se observan ejemplos de la distribución y asociaciones. En la primera se observa una planta de café bajo la sombra de una palmera *Washingtonia* y una *Bahuinia variegata* (leguminosa), separadas a 1,125m. A los lados hay un romero y un *Solenostemon* representando el estrato arbustivo y herbáceo respectivamente. El *Solenostemon* crece mejor a la sombra y produce gran cantidad de biomasa. El romero actúa como atractor de polinizadores y confunde a las plagas. En el borde del bancal hortalizas (pimiento, col, y berenjena, y lechuga). En la segunda foto se observa una planta de cacao bajo un árbol no identificado en la foto, adyacentes planta de cúrcuma, planta rizomatosa comestible y aromática, *Bulbine*, herbácea con gran producción de flor, fresas, comestible alimento de pájaros y lagartos, y *Cordelyne*, arbustiva ornamental. Bordes con diversas especies de hortícolas. En ambos casos el sotobosque se aprovecha para incluir especies que necesitan sombra o pueden desarrollarse bajo ella, se usa el espacio más libre, borde del bancal, para cultivar hortalizas y se introduce variedad de estratos con funciones diversas intentando realizar una distribución equitativa de estas.



Figura 24. BUPA. Distribución, asociaciones. Foto de autora.



Figura 25. Distribución, asociaciones. Foto de autora.

En la Figura 26 se observa la distribución de los portes más altos, de derecha a izquierda, se observa desde el centro de la fotografía un moral, frutal, seguido de Casuarina, movilizador, cítrico, frutal, Ginkgo biloba, especie caduca con propiedades medicinales, cítrico, frutal y Bahuinia, nitrogenante. En estratos bajos se observan alternantes arbustos y herbáceas con multitud de flores y biomasa cubriendo el bancale.



Figura 26. Distribución, asociaciones. Foto de autora.

Sistema de riego

Las temperaturas suaves y constantes permiten el desarrollo de especies en una amplia variedad, desde aquellas propias de climas templados hasta de climas subtropicales/tropicales. La escasez de lluvia del clima semiárido impide prescindir de sistemas de riego, como en la mayoría de los sistemas productivos existentes en la zona, y prácticamente en la totalidad de la isla.

El diseño del sistema implementa estrategias como la plantación en alta densidad que permiten la reducción drástica de radiación solar y disminución de temperaturas, protección del suelo con grandes cantidades de materia orgánica y las modificaciones de relieve orientadas a almacenar y acumular agua, entre otras, que mediante un uso más eficiente del agua han dado lugar a la posibilidad de generar las condiciones “microclimáticas” necesarias para el desarrollo del sistema. Figura 27.



Figura 27. Suelo cubierto. Densidad y materia orgánica. Foto de autora

El riego se lleva a cabo mediante sistema de goteo (0,33cm distancia) con 4 líneas de riego por bancal. Con el objetivo de humedecer la totalidad de la superficie de las islas (incrementar descomposición de materia orgánica, favorecer el desarrollo y estabilidad de la vida del suelo), se instalan aspersores. La Figura 28 muestra algunas de las especies de hongos que se han observado en el BUPA a lo largo del periodo de estudio.



Figura 28. Hongos espontáneos suelo BUPA. Fotos de autora.

Conducción y mantenimiento

El mantenimiento consiste en podas de conducción de especies pioneras, regulando las necesidades de sol del sistema y añadiendo los restos orgánicos derivadas de estas.

El control de adventicias se lleva a cabo manualmente seleccionando aquellas especies espontáneas interesantes y a través del cultivo de especies hortícolas y herbáceas cobertoras o rastreras.

El sistema está diseñado con expectativas productivas muy elevadas, de manera que el manejo de los primeros años y la conducción son labores necesarias y muy delicadas. Las necesidades de trabajo iniciales serán altas, hasta una estabilización o maduración del sistema, esperada a lo largo de 5-10 años, dado que las especies incluidas son en su mayoría productivas y pioneras, de rápido crecimiento. Las Figuras 29 y 30 muestran algunas de las labores de mantenimiento y conducción, poda e incorporado de materia orgánica directamente, fundamentalmente de las especies productoras de biomasa que han de irse conduciendo, y entutorado, fundamental en primeras etapas de desarrollo de los árboles.



Figura 29. Poda, incorporación y conducción. Foto de autora.



Figura 30. Entutorado. Foto de autora.

Particularidades del sistema

Se destacan y resumen las particularidades del sistema derivadas del diseño del BUPA, a tener en cuenta para la interpretación del estudio realizado:

- Densidades altas de plantación, distribución especies según porte (distribución espacial en el Bosque) con superposición de cubiertas (estratos bajos se desarrollan bajo cubiertas de estratos superiores, o dosel).
- Sistema en desarrollo, cambiante. El desarrollo del sistema depende a su vez del trabajo de conducción y mantenimiento y los objetivos perseguidos.
- Gran diversidad de especies vegetales instaladas.
- En la Figura 31 se observan dos momentos evolutivos del sistema de manera simplificada y esquemática. El primero es el que más se corresponde a la situación actual, donde, los árboles presentan un desarrollo inicial y hay espacio para el cultivo de hortícolas. El segundo es el esquema esperado en la madurez, donde los árboles de mayor tamaño han alcanzado un potencial de desarrollo de copa máximo, a partir de entonces el cultivo de herbáceas se restringirá a aquellas que pueden crecer en el sotobosque.

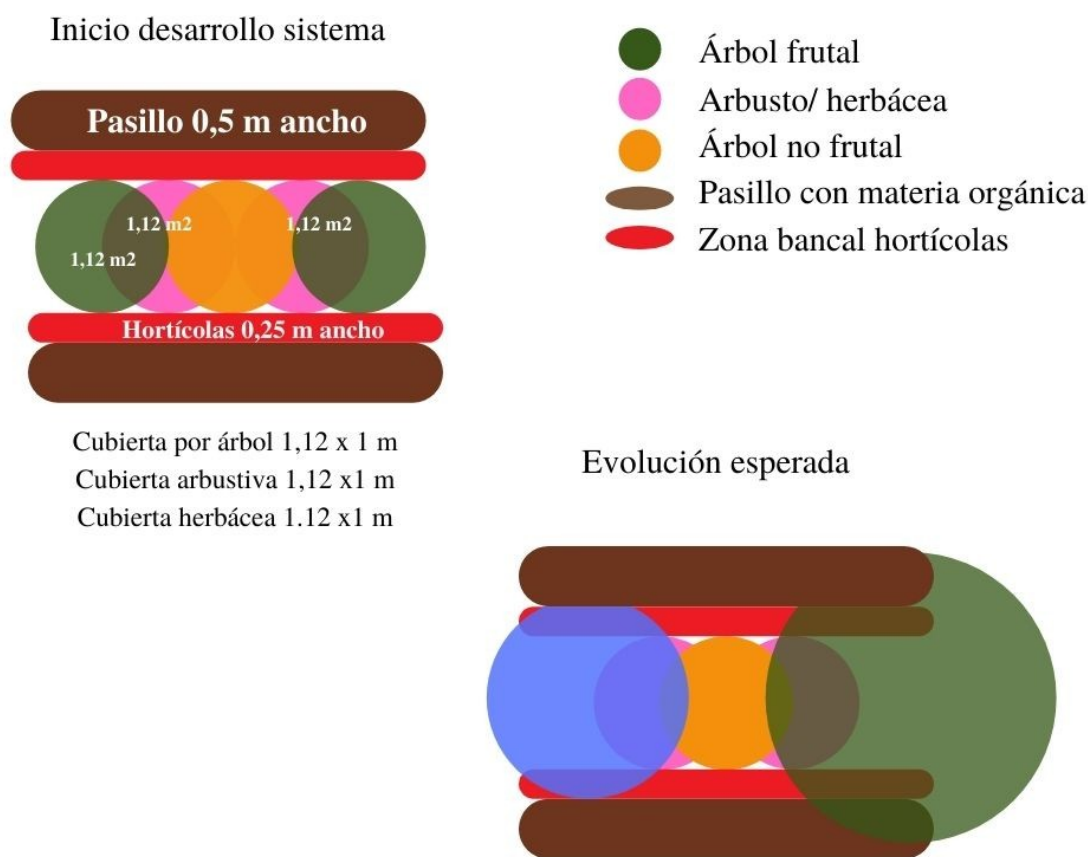


Figura 31. Esquema cubiertas vegetales en dos momentos evolutivos del sistema

3. JUSTIFICACIÓN

Dada la situación de las islas en cuanto al grave déficit de auto abastecimiento alimentario, abandono de zonas rurales con consecuentes pérdidas de patrimonio cultural y ambiental, y dado el contexto de crisis energética, ambiental y climática actuales, es preciso potenciar herramientas de desarrollo orientadas a conseguir mayor nivel de abastecimiento en pro de la soberanía y la seguridad alimentaria, cada vez más amenazadas y dependientes de altas tasas energéticas, y generar economía y empleo digno y no sujeto a su vez a un único sector muy fluctuante y dependiente igualmente de grandes costes energéticos. Es imprescindible que las estrategias a llevar a cabo sean sostenibles, que promuevan la protección de los recursos terrestres e hidráulicos y que estén encaminadas a mitigar los efectos del cambio climático, generando resiliencia y sostenibilidad permanentes.

Por ello el proyectos como el BUPA son una estrategia interesante cuyo estudio y evaluación, objeto del presente estudio, pueden determinar su utilidad como sistemas de desarrollo, siendo adaptables y ajustables a distintas circunstancias posibles.

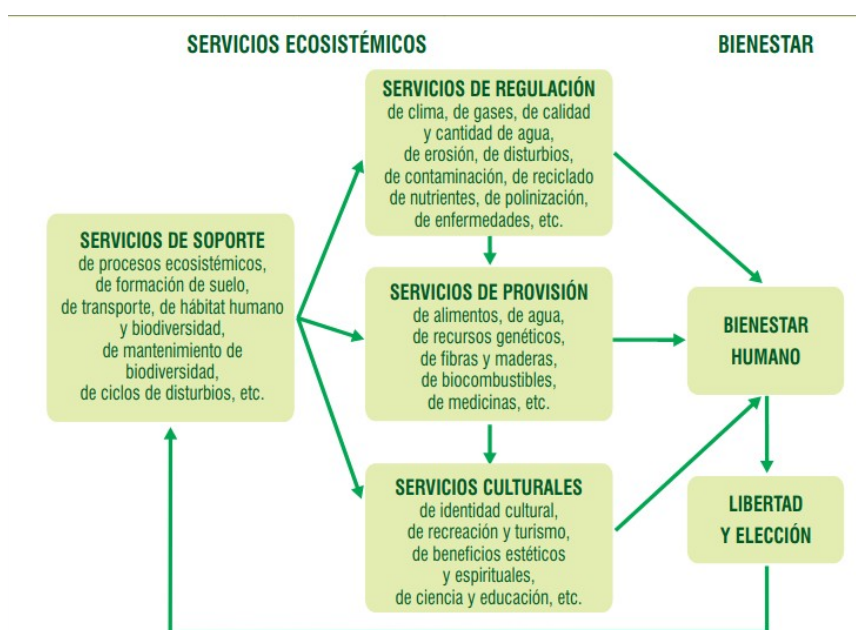


Figura 32. Servicios ecosistémicos. (Zaccagnini et al. 2014)

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

El objetivo del estudio es crear referencias sobre el desarrollo y la evaluación de los servicios ecosistémicos aportados, de espacios urbanos naturalizados productivos, creados a través de técnicas propias de la agroforestería y bajo los principios de la agroecología, para apreciar mejor el interés de esta y promocionarla. Para ello se parte de la experiencia del caso particular del Bosque Urbano Productivo de Adeje.

El propósito es crear herramientas para los actores responsables del desarrollo local, así como para la población en su conjunto, que permitan diseñar planes de acción orientados a favorecer la naturalización urbana y la producción agraria bajo sistemas sostenibles y resilientes, como estrategia de lucha frente al cambio global y la crisis socio-económica que enfrenta la humanidad en su conjunto.

4.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos perseguidos son la descripción del caso de estudio y el cálculo de distintos parámetros o índices que nos sirvan de indicadores objetivos acerca de las aportaciones ecosistémicas provistas por este, a través de:

- Análisis descriptivo del desarrollo y evolución así como de los efectos sobre componentes clave del ecosistema (diversidad, suelo, agua, entre otros).
- Evaluación de resultados y potencial económicos.
- Evaluación de los resultados ambientales, a través de cálculos de biodiversidad y funcionalidad del ecosistema.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1.1. Material

5.1.1.1. Programas informáticos

- Programas software de hojas de cálculo: *Microsoft Excel*, *Libre Office Calc* y Hojas de Cálculo de *Google*.
- Programa de Sistema de información geográfica libre (GIS), *QGIS*
- *Software* de diseño, *AutCAD*
- Sistema opera tipo GPS, *Zeno 20 UMTS*

5.1.1.2. Herramientas tecnológicas

- Sistema de posicionamiento global (GPS) *Leica Geosystems AG CH-9435 Heerbrugg*
- 2 cámaras de video trapeo *APEMAN H-Series Trail* camera modelos H60 y H55 y sendas tarjetas micro-SD de 64 Gb de memoria.

5.1.1.3. Herramientas externas

- Análisis de suelo y agua proporcionados por Extensión Agraria de Guía de Isora e ICIA (Instituto Canario de Investigaciones Agrarias).

5.1.1.4. Datos

Para el análisis cuantitativo y descriptivo del caso de estudio se han usado los datos indicados en las respectivas referencias bibliográficas así como los recogidos por los/a encargados/a de diseñar, dirigir y coordinar la creación del sistema agroforestal (Violeta B. Rumen M. y Jonatan C.), a lo largo de la experiencia en el desarrollo del Bosque Urbano de Adeje durante el periodo comprendido entre Agosto de 2020 y Octubre de 2021.

Estos datos están agrupados en:

- Base de datos con inventario, clasificación y caracterización de los elementos vegetales presentes con anterioridad e incorporados a lo largo del desarrollo del proyecto (septiembre 2020- octubre 2021)
- Planos en formato *shape* con elementos vegetales georreferenciados, de los elementos vegetales presentes con anterioridad e incorporados a lo largo del desarrollo del proyecto.

- Planos en formato *shape* y *DXF* de la zona de estudio (cubiertas, espacios, dimensiones).
- Registros de observaciones para el estudio de biodiversidad de aves (mayo - octubre 2021).
- Registros observaciones de aves avistadas en el BUPA (agosto 2020 - octubre de 2021).
- Registros de consumo de agua. Noviembre 2020 - agosto de 2021.
- Registros de producción hortícola. Marzo - agosto de 2021.
- Imágenes de video-trampeo de fauna.

5.1.2. Métodos

El método de análisis seguido ha dependido de los datos obtenidos, dada la diversidad de estos, y de los parámetros e índices objetivo de valoración, así como de las particularidades del sistema, que en ocasiones ha dificultado la obtención de bibliografía necesaria al respecto, dado que no se han encontrado estudios para espacios urbanos similares. En concreto se han consultado estudios de evaluaciones para ecosistemas urbanos y forestales, combinando información de ambas vertientes.

Por ello se han seleccionado los indicadores de interés con posibilidad de ser calculados, se ha buscado la metodología más adecuada para cada parámetro a evaluar y se ha ajustado a las particularidades de sistema objeto de estudio, con el objetivo de obtener datos lo más objetivos, fiables y comparables posibles que puedan ser usados en un futuro para analizar tanto la evolución del sistema de estudio como la evaluación de otros similares.

5.1.2.1. Estudio descriptivo

A partir de los datos recogidos se ha llevado a cabo un análisis descriptivo del sistema del BUPA, donde se resumen datos del mismo. Para ello se ha usado QGIS y AutoCAD (para cálculos de superficie de las distintas cubiertas y elaboración de planos) y programas de hojas de cálculo para recopilar y elaborar cálculos de proporciones y densidades de las distintas especies vegetales correspondientes al total y de manera estratificada (por porte, función productiva, función ecosistémica o de diseño).

Zonificación

A efectos de facilitar el trabajo, estudio y localización las distintas zonas en las que se divide el área de estudio, que se corresponde con la Zona 1 que es aquella donde se encuentra el BUPA, se denominaron los distintos espacios.

- Parcelas: P seguida de número del 1 al 7, en orden de este a oeste, dirección de sur hacia norte. La parcela PL es una excepción y se refiere en la que se ubica el futuro sistema de lagunajes.
- Islas: I seguida de número, en orden ascendente igual que parcelas.
- Perímetro Zona 1: P seguido de letra de la A a la C de Este a Oeste
- Perímetro parcelas: p (minúscula) seguido de letra de A a D, de Este a Oeste.

En la Figura 33 (AYUNTAMIENTO DE ADEJE, 2021) se muestra el plano detallado de la totalidad de la superficie del proyecto distinguiéndose las distintas zonas, parcelas y perímetros. El plano no está adjuntado con orientación real).

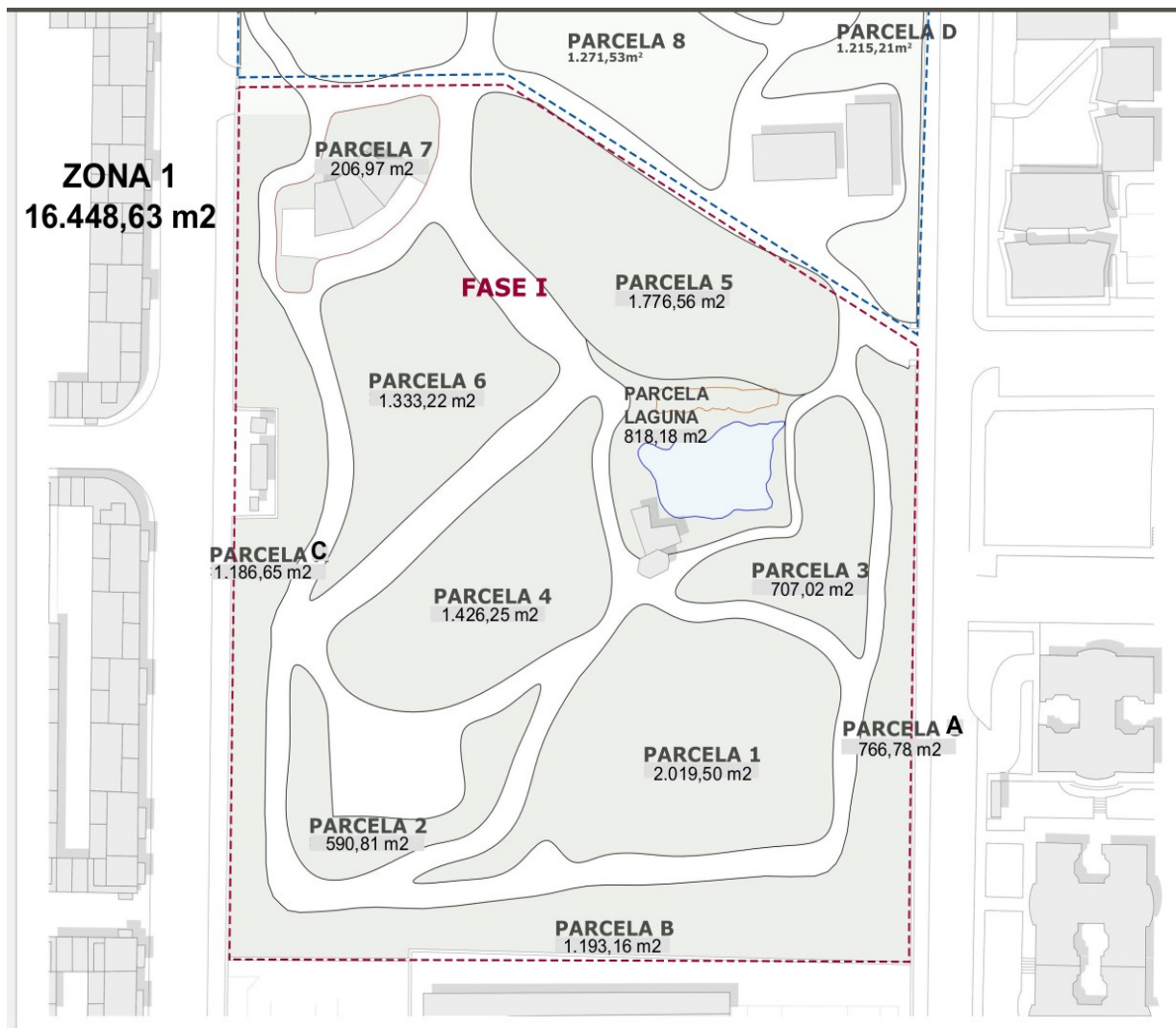


Figura 33. Plano proyecto objeto estudio. Superficies

Flora

Para la descripción de la composición florística el inventario ha sido clasificado por distintos portes y funciones para ajustar el estudio a las particularidades del sistema, que imita en forma y función a un bosque tropical húmedo, productivo y urbano. El abordaje del estudio parte de la perspectiva estructural en el estudio de la estructura vertical de los ecosistemas de bosque tropical húmedo, la cual considera la distribución espacial de las distintas especies, agrupándolas según estratos o pisos (Melo et al. 2003), perspectiva de estudio de la que parte el diseño del BUPA.

Coberturas o biotopos

Para el estudio de las coberturas se usa la clasificación propuesta por Boada y Capdevilla (2000) que propone la organización esquemática, de los distintos tipos de hábitats presentes en el entorno urbano, de los tres mundos (Gris, Verde y Azul, Figura 34) en cada uno de los cuales podemos encontrar distintos biotopos, propuesto para el estudio de la biodiversidad de la ciudad Barcelona. Siendo conscientes de las diferencias de escala entre un parque de cerca de 2ha y una ciudad, se entiende que la clasificación es igualmente útil y responde a los objetivos de este estudio, la descripción de los distintos tipos de hábitats presentes, y por tanto la diversidad de los mismos, presentes en el sistema de estudio.



Figura 34. Biodiversidad urbana: Los tres mundos. (Boada y Capdevilla, 2000)

Suelo

Se toman muestras de manera sistemática de las islas interiores de las parcelas no perimetrales, evitando bordes y extrayendo las muestras de de la zona del pasillo y la rizosfera de los árboles. En total se toman 10 muestras de cada parcela (de la 1 a la 7) obteniendo un total de 1kg de suelo por cada una.

Se remiten para analizar los parámetros físico-químicos de las muestras, en marzo de 2021 (al inicio de la plantación) a la Oficina de Extensión Agraria de Guía de Isora (Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural).

Se realiza un segundo muestreo a través de la misma técnica y se remite el análisis al Instituto de Ciencias e Investigación Agrarias (ICIA), en octubre de 2021 (plantación finalizada desde julio) con el objetivo de valorar la presencia de micorrizas. El método usado fue el tamizado húmedo para obtener el número de esporas de hongos micorrícicos.

El análisis de textura se lleva a cabo mediante procedimiento de valoración de textura por tacto (USDA, 1999) y el sistema de decantación para mayor especificidad.

Agua

- Análisis

En abril de 2021 se remite una muestra de agua a la Oficina de Extensión Agraria de Guía de Isora (Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural) para llevar a cabo el análisis del agua.

- Consumo

- Se recogieron datos a la entrada y salida del bosque de lunes a viernes durante todos los días de la semana desde el mes de octubre de 2020 hasta finales de agosto de 2021. Se calculan las fugas a partir de gastos de agua registrados fuera de hora de la programación en su caso, o eliminando gastos diarios desviados en exceso con respecto a la media de los días cercanos. Se restaron las pérdidas calculadas para estimar el volumen de riego real gastado por mes. El consumo incluye el gasto de agua de baños y servicios del recinto usados por unos 30 trabajadores diarios, dado que el contador es común.

- Eficiencia. Se estima el gasto de agua para el BUPA completamente cultivado, en m³/ha al año. Para ello es necesario por un lado partir de los datos obtenidos y ajustarlos a la variabilidad climática de la zona, con el objetivo de obtener un dato orientativo que se ajuste lo máximo posible a la realidad.

- Se han usado como referencia, los gastos de los meses de julio y agosto, dado que son los únicos meses con registros en los cuales ya estaba cultivada la totalidad de la superficie proyectada para el BUPA (Zona 1). La superficie considerada es aquella que se

corresponde con las parcelas de cultivo, P1,2,4,5,6,7,A,B,C, excluyendo la P3 y P Laguna, que a pesar de tener vegetación no se encuentran cultivadas como bosque, y por tanto no se considera oportuno incluirlas (aunque ello sobre estime las necesidades finales).

- Para ajustar el consumo anual adaptado a la variabilidad climática de la zona (dado que los datos de referencia corresponden con los meses de verano exclusivamente) se consultan los datos obtenidos a partir de la estación meteorológica más cercana, en Guía de Isora, municipio adyacente con condiciones climáticas similares a las de la localización del caso de estudio, para los valores de evapotranspiración de referencia E_t0 (MAPA, 2020).
- Se calcula la media mensual de E_t0 a partir de los datos diarios del periodo comprendido entre los años 2001 y 2000.
- Según el método propuesto por el sistema EQUASTAT de la Fao, la necesidad hídrica de un cultivo es igual a la evapotranspiración potencial de los cultivos regados Etc, obteniéndose esta multiplicando la evapotranspiración de referencia E_t0 , por un coeficiente que es específico del cultivo y de la fase de crecimiento, $Etc = E_t0 * Kc$. (FAO, sin fecha,b) Dado que no tenemos el coeficiente, pero sí el gasto de riego para el mes de agosto (asumido como necesidad de riego), se ha usado el valor E_t0 para obtener una proporción que nos permita estimar el gasto mensual de riego en función de las condiciones climáticas, determinadas por E_t0 .
- Siendo conscientes que este cálculo no responde a las necesidades hídricas exactas, dado que se dispone de coeficiente que calibra el dato respecto al tipo de cultivo y fase de crecimiento, se considera que el cálculo es válido para estimar orientativamente las necesidades hídricas del bosque al ajustar el consumo a las condiciones climáticas.
- El estudio incluye la comparación de gasto con el existente en cultivo convencional del plátano en Canarias (Ritter et al., 2009) y con el cultivo de tomate bajo invernadero de Almería (Camacho, sin fecha; FAO, 2002).

Plagas y enfermedades

Para la valoración de plagas y enfermedades se registraron los tratamientos fitosanitarios llevados a cabo y la evolución de los distintos incidentes sucedidos durante el periodo entre octubre de 2020 y septiembre de 2020.

Nutrición

Se registraron las aplicaciones de enmiendas nutricionales. En el estudio se incluye el reciclaje de nutrientes a través del registro de parte del triturado vegetal urbano incorporado, sin embargo no se registra la totalidad de la materia orgánica al carecer de datos y no haberse incorporado como enmienda sino como base del sustrato que conforma el suelo.

5.1.2.2. Estudio productivo

- Estimar la producción y el valor económico de fruta y verdura potencial del sistema por año.
- Estudio productivo y económico prospectivo para un periodo de 5 años desde la plantación, reflejando la sucesión ecológica del sistema.
- Comparar producciones con explotaciones de sistemas no agroecológicos.

Condicionantes del análisis

Dado que hasta agosto de este año no fue completada la plantación del sistema, no existen datos productivos, salvo para un pequeño periodo en cultivos estacionales. Por ello se ha estimado la producción potencial, a partir del diseño propuesto para el caso de cultivos estacionales y a partir del inventario de flora (registro especies y cantidad plantada) para el caso de cultivos perennes, usando varias bases de datos para las estimaciones productivas y económicas.

Además para estacionales u hortícolas se hace el cálculo de producción real, dado que existen registros productivos de la P1 entre los meses de marzo y agosto. Se descartan los meses de marzo y abril, tomando en cuenta los datos solo de los meses en los que la P1 estaba completamente cultivada, para poder conocer la producción por unidad de superficie.

Fuentes

Para los cálculos de especies perennes se encuentra una gran dificultad a la hora de encontrar datos fiables y homogéneos para rendimiento y precio de venta de la totalidad de las especies (muy diversas y en ocasiones no comerciales). Por ello los datos han sido extraídos de diversas fuentes, restando de alguna manera rigor al estudio, no dejando de ser útil por el carácter orientativo de los resultados. Las fuentes usadas han sido:

- Hortalizas producción:
 - Para rendimiento, Kg/ha, y precio pagado al agricultor/a, Anuario de estadística 2019 (MAPA, 2019a).

- Marcos de plantación, *Sembra en Sao* (organización de agricultura ecológica de la huerta de Valencia), para datos de marcos de plantación estándar con el objetivo de calcular los m² que ocupa la unidad de cada especie.
- Perennes producción, rendimiento por individuo:
 - Frutales de pepita, hueso y cítricos y algunos tropicales: Anuario de estadística agraria 1934, Árboles arbustos y frutales (MAPA, 1934) para la provincia de S.C. de Tenerife, dado que es el registro más reciente y completo que detalla productividad por individuo. En los casos en los que no existía el dato provincial, se usó el dato estatal o de otra provincia, siendo indicado en cada caso.
 - Mayoría de especies tropicales, recopilación hecha por la UF (UNIVERSITY OF FLORIDA, INSTITUTE OF FOOD AND AGRICULTURAL SCIENCES, 1997).
 - Especies no encontradas en ninguna de las dos fuentes anteriores, Anuario de estadística 2019 (MAPA, 2019), anotando la producción de árbol diseminado a nivel estatal.
 - Para especies concretas cuyos datos no pudieron ser obtenidos en ninguna de las referencias anteriores se han buscado fuentes alternativas para cada especie. En resultados se indican los datos y las fuentes para cada caso.
- Cálculo económico perennes y hortalizas:
 - Para el precio de venta final en ecológico y convencional, se han usado los precios publicados en el Mercadillo de Tegueste para la semana 39 del mes de septiembre de 2021, (Mercadillo de Tegueste, 2021) dado que se trata de un mercadillo municipal de venta de proximidad de la misma isla y que representa uno de los modelos de canales de venta más deseables dentro del contexto agroecológico.
 - En el caso de frutales para especies no encontradas en la fuente anterior se usan los precios de Mercatenerife (2021) y del Ministerio (MAPA, 2021).

Método de cálculo

- Estimación producción anual y cálculo económico. El cálculo se detalla en la Tabla 1:

Tabla 1. Fórmulas cálculo producción anual potencial de fruta y verdura

ESTIMACIÓN PRODUCCIÓN POTENCIAL FRUTA Y HORTALIZAS Kg/Anuales	
HORTALIZAS	$\sum \text{n}^\circ \text{ hortalizas especie por m}^2 * \text{Superficie cultivo BUPA}^* / \text{marco de plantación de unidad} * \text{rendimiento}$
FRUTALES	$\sum \text{n}^\circ \text{ árboles} * \text{rendimiento anual por individuo}$
ESTIMACIÓN ECONÓMICA €/año	
HORTALIZAS	$\sum \text{Kg anuales} * \text{precio (máximo + mínimo)/2 (Para ecológico y convencional)}$
FRUTALES	$\sum \text{Kg anuales} * \text{pago al agricultor}$
	$\sum \text{Kg anuales} * (\text{precio medio ecológico} + \text{medio convencional} + \text{medio Mercatenerife})/3$
ESTIMACIÓN PRODUCCIÓN POTENCIAL HORTALIZA A PARTIR DE REGISTROS PRODUCTIVOS P1 (MAYO - AGOSTO 2021)	
HORTALIZAS	$(\text{Kg totales mayo} + \text{julio} + \text{julio} + \text{agosto}) / 4 / \text{superficie P1} * \text{Superficie cultivo BUPA}$

- Para hortalizas se seleccionan las 21 hortalizas más representativas del sistema y de las cuales existen datos de rendimiento.
- Se calcula el n.º de hortalizas por 4 m² de bosque a partir del diseño previsto donde las hortalizas se distribuyen de manera equitativa. La Figura 35 muestra la distribución en 2 m lineales de bancal, según porte y ciclo de cada hortaliza. La superficie de cultivo considerada es la que se corresponde con la superficie de todas las parcelas de la 1, 2, 4, 5, 6 y 7, no considerando las parcelas perimetrales ni la P3 ni PLAGUNA, zonas donde el cultivo de hortalizas no es probable que se haga por diversos motivos. A la superficie se han restado los caminos interiores.
- Para hortalizas además se estima la producción a partir los registros productivos disponibles.
- Se añade el precio pagado al agricultor/a en estudio económico anual para hortalizas.

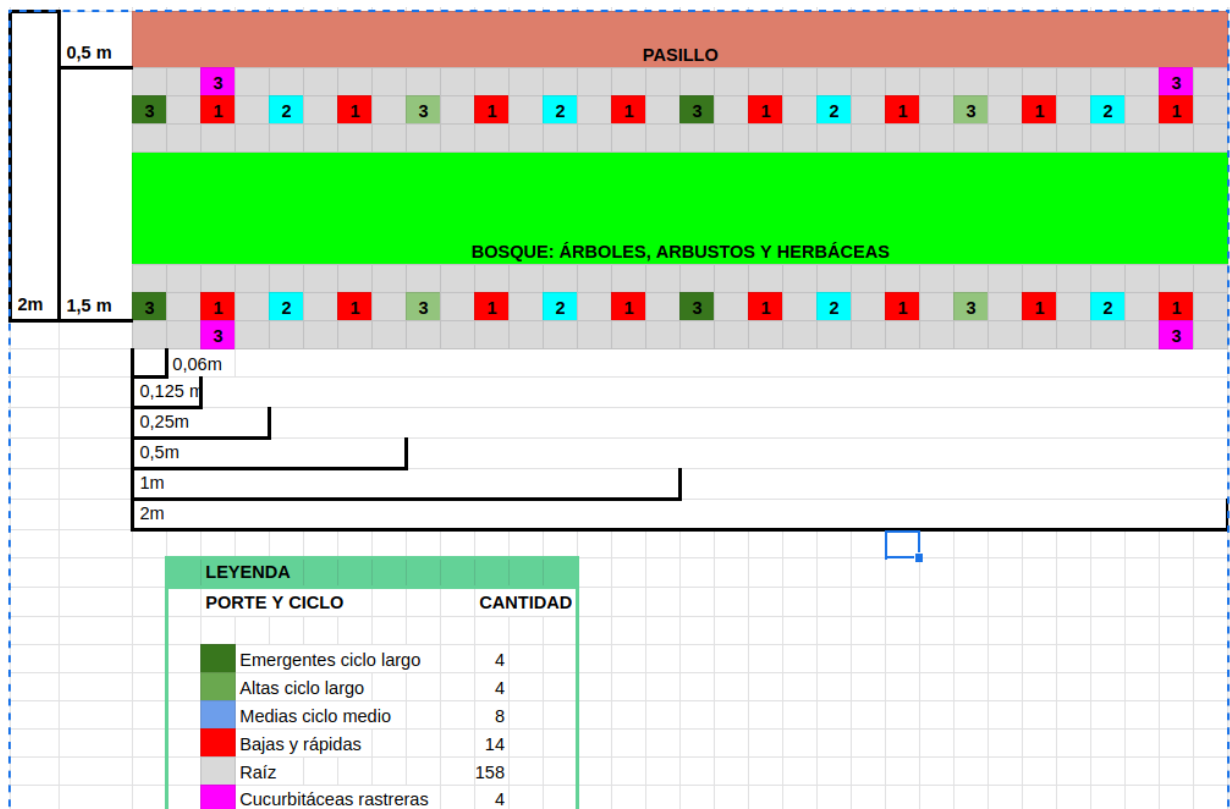


Figura 35 diseño plantación horticultura

- Estudio prospectivo 5 años
 - Se considera el periodo que se corresponde desde enero 2022 hasta finales de 2027.
 - Para el caso de frutales, los árboles plantados están injertados en su totalidad y pertenecen a variedades comerciales con entre 6 meses y 1 año de edad por ello, para estandarizar el cálculo se considera que todos en enero de 2022 tienen un año de edad y que desde el inicio productivo presentan el rendimiento medio reflejado en las estadísticas mencionadas.
 - Para reflejar la sucesión ecológica del sistema se establecen porcentajes de producción de hortalizas, para cada año, aproximados, Tabla 2, dado que reducirán su potencial productivo a medida que crezcan los estratos superiores o dosel, y se tiene en cuenta la edad de inicio de producción de las distintas especies de frutales. Tabla 3. El cálculo pretende reflejar la rotación sucesional del sistema: desarrollo de estratos superiores e incremento de producción y regresión de espacio disponible para cultivo de especies con portes inferiores.

Tabla 2. Progresión producción hortícola

• AÑO PRODUCTIVO	• % EVOLUCIÓN POTENCIAL HORTALIZAS
• 1 (2022-2023)	• 1
• 2 (2023-2024)	• 0,75
• 3 (2024-2025)	• 0,5
• 4 (2025-2026)	• 0,25
• 5 (2026 - 2027)	• 0,25

Tabla 3. Grupos de perennes alimentarias por edad de inicio productivo

DENTRO PERIODO DE ESTUDIO		FUERA PERIODO DE ESTUDIO
A partir del 1º año (2022)	A partir del 3º año (2024)	A partir del 6º año (2027)
Bayas (menos mora de morera) Mini cítricos Papaya y platanera Café, Carambolo, Uchuba, Parchita	Canistel, Guaba, Feijoa, Guayabo, Longán Syzygium sp	Cocotero Nogal
A partir del 2º año (2023)	A partir del 4º año (2025)	A partir del 8º año (2029)
Cítricos Piña tropical, Pitaya, Níspero, Cacao, Lichi Hueso Pepita Granado, Higuera, Almendro	Annonas sp. Kiwi, Caqui A partir del 5º año (2026) Manga, Aguacate Macadamia Algarrobo	Jaboticaba Castaña

5.1.2.3. Estudio de diversidad biológica y ecológica

Para evaluar la diversidad del sistema se ha seguido parte de la metodología propuesta en el Sistema de Indicadores y Condicionantes para Ciudades Grandes y Medianas (AGÈNCIA D'ECOLOGÍA URBANA DE BARCELONA, 2010a), documento desarrollado al calor de la Agenda Local 2021 (Plan Estratégico Municipal de integración de las políticas ambientales, sociales y económicas con criterios sostenibles), que nos indica como evaluar la biodiversidad y funcionalidad de un ecosistema urbano. Este documento propone indicadores fácilmente evaluables para establecer el estado de situación, en relación a la sostenibilidad, de un municipio. El documento se divide en siete ámbitos, uno de los cuales se refiere a espacios verdes y biodiversidad donde se proponen diversos indicadores que miden distintos parámetros relacionados. En este caso, se calculan dos de los propuestos: el Índice de funcionalidad de los parques urbanos y la Biodiversidad de arbolado, a través del índice de Shannon-Weanes. El muestreo propuesto no se lleva a cabo dado que existe un inventario completo de las especies vegetales presentes en el área de estudio.

A partir de la consulta bibliográfica se han seleccionado además otros indicadores e índices para medir la biodiversidad alfa (Moreno, 2000) (diversidad dentro de las comunidades) de aves y especies vegetales, que por su sencillez, fácil cálculo y adaptación a los datos disponibles, así como por ser más

populares, los hacen ópticos para completar el estudio en este caso. En la Tabla 4 se detallan las fórmulas y significados para cada uno.

Se han elegido dos indicadores de riqueza específica,

- Riqueza de especie (S) sencillo e intuitivo ya que solo se trata de contabilizar el número de especies diferentes observadas.
- Índice de Margalef (D Mg): transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Puede ir de 0, donde solo existe una sola especie, a 5 como máximo.

y dos índices, para el estudio de la estructura de la comunidad, que expresan en un número la relación entre abundancia y proporcionalidad,

- Índice de Shannon- Wiener (H) como índice de equidad, que expresa la uniformidad de las especies presentes en una muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra. Su valor es entre 0, cuando hay una sola especie y logaritmo de S, cuando todas las especies se encuentran en la misma proporción dentro de la muestra.
- índice de Simpon (D) para estudio de dominancia de especies en la comunidad dada. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. De esta manera índices cercanos al 1 indican baja biodiversidad, ya que nos indica una gran abundancia de una de las especies en detrimento de la representatividad de otras en la comunidad.

Tabla 4. Índices de biodiversidad. Fórmulas e intervalos de valor e interpretación

FÓRMULA	VALORES DE REFERENCIA
MEDICIÓN DE RIQUEZA ESPECÍFICA	
ÍNDICE DE RIQUEZA DE ESPECIES S	
ÍNDICE DE MARGALEF $D Mg = (S-1) / (Ln N)$	
MEDICIÓN DE ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN. ÍNDICES DE ABUNDANCIA PROPORCIONAL	
ÍNDICE DE SHANNON-WIENER $H = -\sum pi * Ln pi$	Valor mínimo: >2,5 Valor deseable: >6
ÍNDICE DE SIMPON $D = \sum (n/N)^2$	Valor de 0 a 1, mayor biodiversidad cuanto más cerca a 0
ÍNDICE RECÍPROCO DE SIMPSON 1/D	A partir de 1, siendo 1 el valor para comunidades con solo una especie Hasta S, el número de especies totales en la muestra

Flora

Para el estudio de diversidad florística se consulta biografía de estudio tanto de biodiversidad urbana, (AGÈNCIA D'ECOLOGIA URBANA DE BARCELONA, 2010a) como de bosques tropicales (Torres et al. 2016) por la similitud estructural del mismo con respecto al BUPA.

- Identificación e inventariado completo: registros GPS y los planos de SIG. Los registros incluyen la totalidad de la flora presente con anterioridad a agosto de 2020, así como la totalidad de las especies plantadas a lo largo del desarrollo del proyecto hasta 2021. Se excluyen las especies de las parcelas PA, PB y PC al carecer en la fecha de publicación del estudio, de los datos necesarios.
- Composición florística: cálculo de abundancia de especies y género e identificación de especies y géneros dominantes en la totalidad de la muestra y por porte.
- Diversidad, dominancia y equidad del total del inventario y por estratos agrupados (árboles, arbustos y herbáceas): mediante los índices propuestos al inicio. Se hace especial énfasis en el estudio de la diversidad de árboles, dado que el arbolado urbano es el principal eje de estructuración de los ecosistemas urbanos, factor fundamental en la atracción y conservación de la biodiversidad urbana (Dearborn y Kark, 2010), (Molina y Vargas, 2013).

Aves

La elección de las aves como especie de estudio, responde a su papel como bioindicadoras ambientales, uno de los más usados para valorar la calidad y el estado de los ecosistemas, dado el alto conocimiento que existe sobre su ecología evolutiva y fácil estudio en campo, su puesto en la cadena trófica y sus interacciones de estas con otras especies de invertebrados y comunidades vegetales concretas, y su alta sensibilidad a cambios en el ecosistema que son reflejados en cambios en ellas y sus comunidades. (Carranza et al. 2018), (Mekonen, 2017).

- Riqueza específica de aves observadas

Se calcula el indicador de riqueza de especie a partir de las observaciones registradas por los/a técnicos/a a lo largo de su experiencia en el desarrollo del BUPA, así como de las obtenidas por video y foto trampeo. Este dato aporta un mínimo de biodiversidad presente en el momento del estudio, que puede servir de referencia para estudios posteriores y permite recoger los datos obtenidos a lo largo de la experiencia.

- Estudio diversidad de aves

El método de estudio llevado a cabo ha sido el recuento en punto de conteo, dado que se considera apropiado para estudiar la abundancia de distintas especies en un lugar específico, la riqueza, las diferencias en la composición de las especies entre hábitats terrestres, pudiendo valorar a su vez

evoluciones poblacionales (Gonzalez-García, 2011). Las observaciones fueron hechas siempre por el técnico Rumen M. dada su experiencia y para evitar error de observación. El método consiste en permanecer durante un tiempo determinado en un punto fijo registrando toda ave detectada.

En nuestro caso el tiempo de muestreo fue de 15 minutos. Los puntos fueron seleccionados sistemáticamente, seleccionando todas las parcelas con más de 500m² de superficie, ya plantadas en su totalidad (alta densidad de masa vegetal arbórea y arbustiva) y que no estuvieran adyacentes a la calle (Parcelas 1, 3, 4, 5, 6) y eligiendo puntos lo más separados posibles entre sí. Además se incluye en el estudio la zona ajardinada adyacente, considerando que esta forma parte del mismo ecosistema que el de nuestro caso de estudio, dado que no hay límites físicos para las aves entre un espacio y otro. Esta parcela es una zona ajardinada cubierta de césped con alguna especie arbórea y arbustiva aislada. Para comparar se seleccionó un punto de observación externo en una zona asfaltada rodeada de edificios alejada del parque. En total son 7 puntos de conteo. El número de recuentos fue inferior a la recomendación del autor, pero consideramos que en vísperas del desarrollo de nuevos estudios en la zona, la documentación y análisis de los datos recogidos aunque sea probable que subestimen la realidad, son de interés y aportan datos de mínimos. El conteo se comienza 5 minutos después de llegar al punto, siempre a la misma hora, al medio día y en fin de semana (cuando no hay más personas en el Bosque). En las observaciones se anota la distancia a la que el ave es observada, en una escala de 1 a 4, pero estos datos no serán tenidos en cuenta en el análisis actual.

A partir de los datos recogidos se calculan los distintos índices de diversidad indicados, por especie y familia y se comparan con índices de diversidad consultados en la biografía en ecosistemas equivalentes.

Con objeto de comparar con datos acordes al contexto del estudio se ha usado el indicador de riqueza de especie (S) y el índice de diversidad de Shannon-Weiner (H) de aves en la isla de Tenerife (Carrascal y Palomino, 2005). En el estudio consultado se presentan los índices para distintos ecosistemas de la isla. Se han seleccionado los datos de aquellos ecosistemas similares de la zona en la que se encuentra el BUPA, escogiendo para la comparación solo tres, el que se corresponde con el índice de mayor y menor diversidad, que se corresponden con el de las plataneras y de cascos urbanos del sur, y el del Tabaibal-Cardonal del sur, ecosistema potencial de la región bioclimática (Visor GRAFCAM).

Estudio ecosistémico. Índice de funcionalidad de los parques urbanos

Para el estudio del ecosistema se usa el Índice de funcionalidad de los parques urbanos propuesto por Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona (2010a) para valorar la funcionalidad de los parques urbanos de más de 1ha de superficie (dado su potencial de este para alojar una máxima diversidad de avifauna). Este índice evalúa el potencial de los parques urbanos para alojar la máxima diversidad de

fauna aviar, lo cual nos muestra de nuevo, la diversidad de grupos inferiores. El índice se valora en función a 11 variables, de A a la K:

- Área (A). Este factor tiene un peso relevante en la diversidad de aves que puede acoger. Cuanto mayor es el fragmento, más hábitats puede tener, es decir, más nichos para colonizar. En los parques grandes, la influencia negativa de la matriz urbana (efecto borde) es menor que en los parques pequeños.

Complejidad estructural. Parámetro importante para determinar la funcionalidad del fragmento. Una superficie extensa no es suficiente para mantener una rica diversidad de aves, ya que la riqueza de especies depende en gran medida de la estructura del hábitat. Para estimar la complejidad estructural se evalúan 8 factores:

- Cobertura arbórea (B) medida como el porcentaje de árboles en el fragmento. La cobertura de árboles favorece la instalación de aves típicamente forestales, raras en las ciudades.
- Cobertura de arbustos (C) medida como el porcentaje de arbustos. La riqueza de arbustos fomenta la riqueza y rareza de especies de aves, ya que proporciona hábitats diversos para la reproducción, protege ante la perturbación de depredadores y peatones y según las especies pueden ser una fuente de alimento estacional importante.
- Cobertura de césped (D) medida como el porcentaje de césped. Los fragmentos de césped o prado potencian la presencia de aves propias de los agrosistemas, no obstante un porcentaje elevado de césped disminuye la capacidad para proporcionar zonas de protección.
- Cobertura de agua (E) medida como porcentaje de superficie con agua dentro del parque. La presencia de un pequeño lago o superficie inundada dentro del parque incorpora un nuevo hábitat, atractor de numerosas especies.
- Número de árboles de porte grande (F). Se consideran dentro de esta categoría los árboles con un diámetro de copa superior a 6 metros y una altura de más de 15 metros.
- Número de árboles de porte medio (G). Se consideran dentro de esta categoría los árboles con un diámetro de copa de entre 4 y 6 metros y una altura de hasta 15 metros (*Betula pendula*, *Cercis siliquastrum*).
- Número de árboles de porte pequeño (H). Diámetro de copa de menos de 4 metros y altura de menos de 6 metros (*Arbutus unedo*, *Magnolia grandiflora*).
- Diversidad de especies de árboles y arbustos (I): medida como el índice de Shannon-Weaver.

Factores de reducción de diversidad de aves:

- Cobertura artificial (J) medida como porcentaje de superficie impermeable (camino, zonas pavimentadas o edificios). Las superficies descubiertas, principalmente el suelo pavimentado reduce la complejidad estructural reduciendo la capacidad para tener una gran riqueza de aves.
- Distancia al hábitat fuente (K) medida como la distancia en km a un anillo verde o una masa boscosa más cercana. El aislamiento respecto a espacios naturales periféricos tiene un efecto reducido, debido principalmente a la gran capacidad dispersiva de las aves (el hábitat fuente puede ser difícil de determinar). Es interesante considerar este factor desde el punto de vista de la conectividad, porque los parques más periféricos actúan como atractores de avifauna.

Los detalles para su cálculo pueden consultarse en Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas, (AGÈNCIA D'ECOLOGÍA URBANA DE BARCELONA, 2010a).

Para la estimación de este índice se consultó el Plan de Indicadores de Sostenibilidad Urbana de Vitoria-Gasteiz (AGÈNCIA D'ECOLOGÍA URBANA DE BARCELONA, 2010b). En la Tabla 5 se detalla la fórmula y a continuación se explica el cálculo de las distintas variables al caso de estudio.

(A) = Se calcula como el área que comprende: Zona 1 + Camino de asfalto que separa Z1 de Z2 + Jardín adyacente al recinto + Porción de Zona 2 ya plantada. En la Figura 8 se detallaban las zonas indicadas.

(B), (C), (D) = Calculada como el % de cobertura de árboles, arbustos y césped sobre el total de A. Se ha usado la foto aérea de las parcelas P1, P4 y P6 de agosto de 2021, Figuras 36, 37 y 38 respectivamente (AYUNTAMIENTO DE ADEJE, 2021), para el cálculo de la superficie arbórea y arbustiva, a partir de la cual se ha inferido el cálculo para el resto de la superficie cultivable, que se corresponde con la de las parcelas incluyendo caminos interiores.

El porcentaje de césped se calcula solo para la parcela adyacente al recinto del Bosque, considerando que nuestro sistema no posee superficies de tipo prado (cubierta por herbáceas tipo leguminosas o gramíneas de baja altura)

(E) = En nuestro caso el porcentaje de superficie que corresponde a la laguna en construcción.

(F), (G), (H) = No existen actualmente árboles grandes. Hay especies procedentes de tres plantaciones, con tres edades, los plantados en 2009, 2019 y 2020-2021. Los árboles de porte medio y grande y las palmeras emergentes plantados en 2009 así como las palmeras emergente y los de porte grande plantados en 2019, son considerados por tanto árboles medios (G), siendo el resto de árboles considerados árboles pequeños.

(I) = Índice calculado a partir del total de individuos de porte Palmera emergente, Árbol (grande, medio y bajo), frutal, arbusto, subarbusto.

(J) = En este cálculo se incluye la superficie del camino asfaltado, la superficie ocupada por los edificios y los caminos entre parcelas cubiertos de picón.

(K) = Es 0,172 Km, dado que, el ecosistema naturalizado más cercano está a esta distancia de la zona de estudio considerada (en concreto de la parcela adyacente al BUPA). En la Figura 7 puede consultarse el plano con este dato.

Tabla 5. Cálculo índice de funcionalidad de parques y parámetros de evaluación

ÍNDICE DE FUNCIONALIDAD DE ECOSISTEMA URBANO
$IF_{\text{parques}} = [A^{0,15} + B^{0,12} + C^{0,12} + D^{0,05} + E^{0,06} + F^{0,05} + G^{0,05} + H^{0,05} + I^{0,2} - J^{0,1} - K^{0,05}]$
Valor deseable > 7,5 Valor mínimo para parques urbanos >7



Figura 36. Imagen cenital Agosto 2021 P1.



Figura 37. Imagen cenital Agosto 2021 P4.



Figura 38. Imagen cenital Agosto 2021 P6.

6. RESULTADOS

6.1. Estudio descriptivo

6.1.1. Datos generales

Tabla 6. Superficies Z1

SUPERFICIES ZONA 1 EN m2. PARCELAS Y CAMINOS					
PARCELA	S. PLANTACIÓN	S. CAMINOS INTERNOS	S. TOTAL PARCELAS	S. CAMINOS EXTERNOS	S ZI
P1	1.475,69	543,81	2.019,50		
P2	428,87	161,94	590,81		
P3	707,02	0	707,02		
P LAGUNA	818,18	0	818,18		
P4	1.133,15	293,1	1.426,25		
P5	1.224,99	551,57	1.776,56		
P6	878,04	455,18	1.333,22		
P7	206,97	0	206,97		
PA	766,78	0	766,78		
PB	1.193,16	0	1.193,16		
PC	1.186,65	0	1.186,65		
TOTALES	10.019,50	2005,6	12.025,10	4423,53	16.448,63

6.1.2. Flora

En las tablas 7 a 12 se detalla la clasificación llevada a cabo para el estudio y los cálculos sobre las especies vegetales presentes actualmente en las parcelas 1,2,3,4,5,6 y 7. Quedan excluidas las plantadas en las parcelas perimetrales por ausencia de datos en el momento del estudio, aunque se encuentra ya finalizada su plantación.

Tabla 7. Clasificación por porte

PORTE	
P. PALMERA EMERGENTE	Palmeras grandes
G. GRANDE	> 26 m
M. MEDIO	11 - 25 m
B. BAJO	< 10 m
F. FRUTAL	Frutales árboles que quedan a máximo 1-2 m
A. ARBUSTO	0,5 m hast 5 m si tiene estructura de arbusto
S. SUBARBUSTO	< 0,5 m
H. HERBÁCEA	
C. COBERTORA	
T. TREPADORA	
W. ACUÁTICA	

Tabla 8. Clasificación de especies por función

FUNCIÓN APORTACIÓN SERVICIO ECOSISTÉMICO		
ALI	Alimentaria	Productora de elementos comestibles
MED	Medicinal	Productoras de elementos medicinales
MAD	Madera	Productora de madera útil para construcción
PRO	Productiva otros	Productora de otros elementos que o bien incluye los anteriores o son otros diferentes
ABO	Abono	Productora de biomasa y materia orgánica
POL	Polinizadores/ atractoras	Plantas atractoras de aves, fauna auxiliar, polinizadores.
RES	Restauración suelo	Capacidad para retener suelos y proteger de la erosión. Con requerimientos escasos, con capacidad para colonizar suelos erosionados
CON	Reducción contaminación aire	Especial capacidad para retener partículas contaminantes
ORN	Ornamental	Propiedades estéticas
BAR	Barrera	Adecuada para situarse en borde con resistencia a inclemencias periféricas
CUL	Cultural	Uso tradicional productivo o patrimonio natural y/o cultural

FUNCIÓN ECOSISTÉMICA		
ALI	Alimentaria	Productora de alimento para aves y otras especies
PRO	Protectora	Propiedades protectoras o disuasorias de plagas
MOV	Movilizadora	Crecimiento rápido. Productoras de biomasa. Movilizadoras de nutrientes
NIT	Fijación de nitrógeno	Fijadoras de nitrógeno aéreo. Pioneras. Crecimiento rápido
POL	Polinizadores/ atractoras	Participan en el control biológico de plagas y en la polinización
RES	Restauradora	Sujeción de suelos, mejora propiedades físicas, químicas y biológicas
BIO	Biodiversidad	Incremento de biodiversidad
ALE	Alelopáticas	Con propiedades alelopáticas con respecto a otras especies vegetales
SOT	Sotobosque	Especies de sombra
AUT	Autóctona	Especie autóctona (Tenerife)

Tabla 9, Abundancia de individuos y especies por función de servicio ecosistémico de cada porte

NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ESPECIE POR FUNCIÓN DE SERVICIO ECOSISTÉMICO DE CADA PORTE																									
PORTES	St	Nt	ALI		MED		MAD		PRO		ABO		POL		RES		CON		ORN		BAR		CUL		
			s	n	s	n	s	n	s	n	s	n	s	n	s	n	s	n	s	n	s	n	s	n	
Palmera emergente	7	243							3	64			1	164			1	9	2	6					
Árbol Grande	47	815	5	22	2	33	18	402	6	42	2	49	4	122	1	26	3	44	1	4	1	17	4	54	
Árbol Medio	66	987	9	168	8	140	9	163	9	109	6	123	8	46	1	9	2	30	10	152			4	47	
Árbol bajo	17	299	1	17	2	31	3	69	4	61	1	21	3	56	1	42			2	2					
Frutal	47	967	47	967																					
Arbusto	90	1705	13	364	15	353	1	11	6	88	3	11	11	275	6	76			15	105	7	110	13	312	
Subarbusto	14	194			2	8			2	81			3	31	3	31			1	5			3	38	
Trepadora	27	420	9	146	3	76							9	140					5	50	1	8			
Herbácea	101	1585	11	170	13	139			13	199			24	716	9	41			26	261	1	5	4	54	
Cobertora	11	298			2	20			1	7			4	173	2	67			2	31					
Acuática	4	10				1			1	2									3	7					
Totales	431	7523	95	1854	47	801	31	645	45	653	12	204	67	1723	23	292	6	83	67	623	10	140	28	505	

Tabla 10, Abundancia de individuos y especies por función ecosistémica de cada porte

NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ESPECIE POR FUNCIÓN DE ECOSISTEMA DE CADA PORTE																									
PORTES	St	Nt	ALI		PRO		MOV		NIT		POL		RES		BIO		SOT		ALE		AUT				
			s	n	s	n	s	n	s	n	s	n	s	n	s	n	s	n	s	n	s	n			
Palmera emergente	7	243									1	164			6	79									
Árbol Grande	47	815	4	28	3	41	12	312	4	90	3	113	1	26	8	56			4	47	8	102			
Árbol Medio	66	987	6	74	10	144	5	117	9	203	5	22	1	9	18	262	1	15			11	141			
Árbol bajo	17	299	1	10					4	70	4	72	1	42	5	68					2	37			
Frutal	47	967	46	950					1	17															
Arbusto	90	1705	14	504	13	274	1	1	7	49	8	118	7	78	18	215	4	14	1	1	17	451			
Subarbusto	14	194			1	2	1	66			3	31	3	31	1	5					5	59			
Trepadora	27	420	9	146	4	87					7	77			3	79	4	31							
Herbácea	101	1585	9	151	15	166	4	126			20	621	11	125	30	274	7	67			5	55			
Cobertora	11	298			2	20					4	173	2	67	2	31	1	7							
Acuática	4	10			1	5							1	1	2	4									
Totales	431	7523	89	1863	49	739	23	622	25	429	55	1391	27	379	93	1073	17	134	5	48	48	845			

Tabla 11. Abundancia relativa de individuos por función de servicio ecosistémico de cada porte

PORCENTAJE DE INDIVIDUOS POR FUNCIÓN DE SERVICIO ECOSISTÉMICO DE CADA PORTE													
PORTES	St	Nt	ALI	MED	MAD	PRO	ABO	POL	RES	CON	ORN	BAR	CUL
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Palmera emergente	7	243	0,00	0,00	0,00	26,34	0,00	67,49	0,00	3,70	2,47	0,00	0,00
Árbol Grande	47	815	2,70	4,05	49,33	5,15	6,01	14,97	3,19	5,40	0,49	2,09	6,63
Árbol Medio	66	987	17,02	14,18	16,51	11,04	12,46	4,66	0,91	3,04	15,40	0,00	4,76
Árbol bajo	17	299	5,69	10,37	23,08	20,40	7,02	18,73	14,05	0,00	0,67	0,00	0,00
Frutal	47	967	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arbusto	90	1705	21,35	20,70	0,65	5,16	0,65	16,13	4,46	0,00	6,16	6,45	18,30
Subarbusto	14	194	0,00	4,12	0,00	41,75	0,00	15,98	15,98	0,00	2,58	0,00	19,59
Trepadora	27	420	34,76	18,10	0,00	0,00	0,00	33,33	0,00	0,00	11,90	1,90	0,00
Herbácea	101	1585	10,73	8,77	0,00	12,56	0,00	45,17	2,59	0,00	16,47	0,32	3,41
Cobertora	11	298	0,00	6,71	0,00	2,35	0,00	58,05	22,48	0,00	10,40	0,00	0,00
Acuática	4	10	0,00	10,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00
Totales	431	7523	24,64	10,65	8,57	8,68	26,14	22,90	3,88	1,10	8,28	1,86	6,71

Tabla 12. Abundancia relativa de individuos por función ecosistémica de cada porte

PORCENTAJE DE INDIVIDUOS POR FUNCIÓN DE SERVICIO ECOSISTEMA DE CADA PORTE												
PORTES	St	Nt	ALI	PRO	MOV	NIT	POL	RES	BIO	SOT	ALE	AUT
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Palmera emergente	7	243	0,00	0,00	0,00	0,00	67,49	0,00	32,51	0,00	0,00	0,00
Árbol Grande	47	815	3,44	5,03	38,28	11,04	13,87	3,19	6,87	0,00	5,77	12,52
Árbol Medio	66	987	7,50	14,59	11,85	20,57	2,23	0,91	26,55	1,52	0,00	14,29
Árbol bajo	17	299	3,34	0,00	0,00	23,41	24,08	14,05	22,74	0,00	0,00	12,37
Frutal	47	967	98,24	0,00	0,00	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arbusto	90	1705	29,56	16,07	0,06	2,87	6,92	4,57	12,61	0,82	0,06	26,45
Subarbusto	14	194	0,00	1,03	34,02	0,00	15,98	15,98	2,58	0,00	0,00	30,41
Trepadora	27	420	34,76	20,71	0,00	0,00	18,33	0,00	18,81	7,38	0,00	0,00
Herbácea	101	1585	9,53	10,47	7,95	0,00	39,18	7,89	17,29	4,23	0,00	3,47
Cobertora	11	298	0,00	6,71	0,00	0,00	58,05	22,48	10,40	2,35	0,00	0,00
Acuática	4	10	0,00	50,00	0,00	0,00	0,00	10,00	40,00	0,00	0,00	0,00
Totales	431	7523	24,76	9,82	8,27	5,70	18,49	5,04	14,26	1,78	0,64	11,23

6.1.3. Diversidad de hábitats.

En el BUPA existen tres tipos de ecosistemas (mundo verde, gris y azul) que se relacionan con la posible presencia de determinadas especies asociadas a los mismos (Boada y Capdevilla, 2000). En la Tabla 13 se describen los porcentajes de los elementos que representa cada hábitat dentro del ecosistema del BUPA.

Tabla 13. Biotopos presentes y % de representación con respecto al sistema

DIVERSIDAD DE HÁBITATS EN EL BUPA. REPRESENTATIVIDAD			
HÁBITAT	ELEMENTO	SUPERFICIE	%
MUNDO GRIS	Edificios	588,91	2,69
	Muros	202,18	0,92
	Calles y caminos	6.233,30	28,46
MUNDO VERDE	Roquedos	1208,29	5,52
	Bosque abierto	1.236,20	5,64
	Medio forestal	10.594,95	48,37
	Jardines	2960,266	13,52
MUNDO AZUL	Laguna	289,00	1,32

6.1.4. Suelo

El análisis de textura revela que se trata de un suelo arcilloso, con un 70% al menos de presencia de arcilla.

Tabla 14. Resultado análisis de suelo marzo 2021

Análisis de suelo Marzo 2021												
Ext. Ac. NH4 ph =7 (meq/100g)												
	Ph	% MO	ppm P2O5	CA2+	Mg2+	k+	Na+	%SAT	CE (SAT) Ms/cm			
P1	8,2	3,5	241	16,3	6,1	3,6	1,9	60	1,3			
P2	8,4	3	399	14,4	5,7	3,5	2,2	51	1,6			
P3	9	1	89	15,1	3,4	2,4	3,1	35	1,6			
P4	8,5	3	189	16,4	7,5	4,5	1,8	57	1			
P5	8,6	3	166	16,8	7	5	2,5	49	1,3			
P6	8,3	4	375	14,7	7,2	4,9	2,2	51	1,6			
P7	8,2	3	122	12,3	4,6	3	1,8	46	0,66			

Tabla 15. Resultado análisis micorrizas del suelo Octubre 2021.

Esporas/g suelo	
P1	3,07
P2	2,27
P3	2,52
P4	1,95
P5	1,35
P6	0,6
P7	1,1

Suelos normales suelen tener entre 1-2 esporas por gramo. Suelos con 3-4 esporas son suelos ricos, y con más de 5 esporas por gramo, muy ricos (Referencias laboratorio ICIA, Genderman y Nicolson, 1963).

6.1.5. Agua

Características

Tabla 16. Resultado análisis de agua marzo 2021

Análisis de agua Abril 2021						
Conductividad CE (25°C) 422 uS/cm						
Ph 8,4						
CATIONES	ppm	meq/L	ANIONES	ppm	meq/L	Observaciones
Ca ²⁺	13	0,65	CO ₃ ²⁻	0,11		Se cuantifica 0,14ppm de fluoruro
Mg ²⁺	5,4	0,44	HCO ₃ ⁻	61	1	
Na ⁺	61,7	2,7	SO ₄ ²⁻	1ppm		
K ⁺	7,9	0,21	Cl ⁻	111	3,2	
			PO ₄ ³⁻	No detectable		
			NO ₃ ⁻	No detectable		
			NO ₂ ⁻	No detectable		

Consumo

En las Figuras 39 y 40 se muestran los resultados del análisis de evolución del consumo de agua en el periodo indicado.

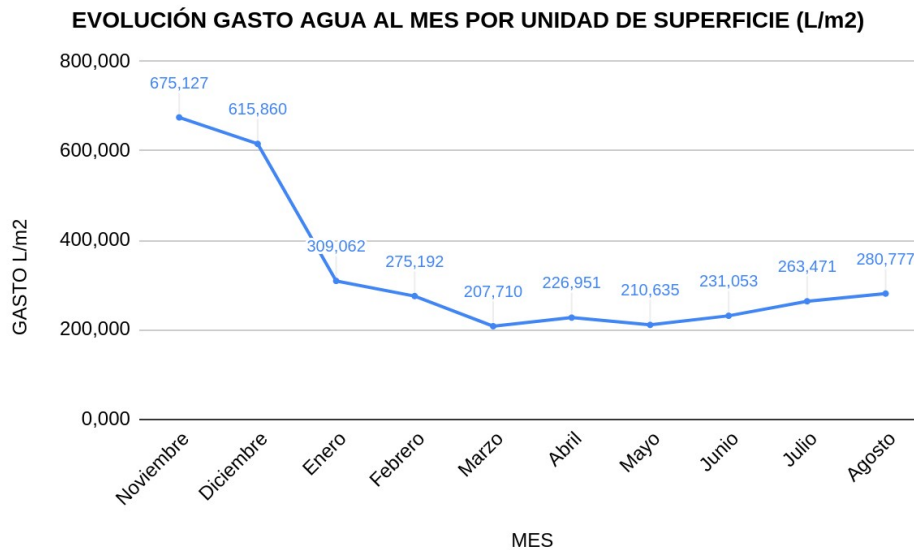


Figura 39. Evolución gasto agua al mes en L/m²

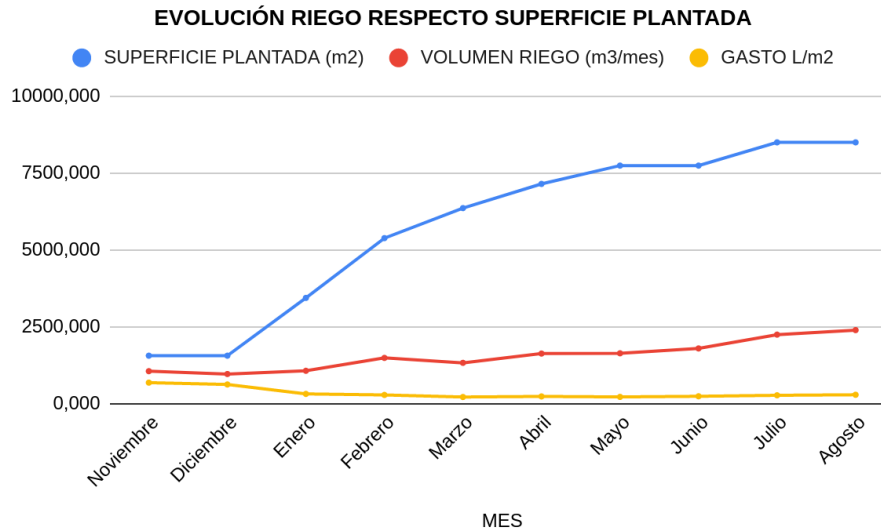


Figura 40. Evolución riego, respecto a evolución superficie plantada y gasto L/m²

El cálculo de consumo de agua anual estimado, es de 26,899 m³/ha, siendo el consumo medio de platanera consultado en la bibliografía es de 11.430 m³/ha (Ritter et al., 2009) y el de hortalizas de invernadero se encuentra entre 4.000-7.000 m³/ha (Camacho, sin fecha; FAO, 2002).

Tabla 17. Corrección consumo de agua mensual según Et₀.

AJUSTE REQUERIMIENTO HÍDRICO SEGÚN Et ₀			
Mes	Et ₀	m ³ /m ²	m ³ /mes
Enero	2,37	0,15	1247,909
Febrero	2,82	0,17	1479,714
Marzo	3,53	0,22	1855,726
Abril	4,08	0,25	2143,374
Mayo	4,48	0,28	2354,445
Junio	4,69	0,29	2462,057
Julio	4,85	0,30	2547,731
Agosto	4,54	0,28	2385,000
Septiembre	3,99	0,25	2095,821
Octubre	3,28	0,20	1724,389
Noviembre	2,58	0,16	1353,706
Diciembre	2,28	0,14	1199,081
Total año		2,6899	22848,951

6.1.6. Salud vegetal

Según los registros a lo largo de un año de estudio no se han detectado plagas, más allá de focos puntuales y aislados. Solo se aplican tratamiento para 4 de ellos.

Tabla 18. Resumen focos plagas, tratamientos y especies afectadas

RESUMEN TRATAMIENTOS APLICADOS Y PLAGAS			
	TRATAMIENTO	PLAGA	ESPECIES AFECTADAS
1	AZADIRACTINA	Mosca blanca algodonosa	Musa sp
	JABÓN POTÁSICO	Pulgón verde	Strelitzia sp
			Washingtonia sp
			Pittosporum sp
		Otras palmeras	
2	AZUFRE	Oidio	Frutales de hueso y pepita
	T. DE DIATOMEAS		Carica papaya
	CAOLÍN		
3	VENTONITA	Hormigas	Pittosporum sp
		Cochinilla algodonosa	Solenostemon
4	AZADIRACTINA	Minador <i>Phyllocnistis citrella</i>	Cítricos

A lo largo de las observaciones fruto del trabajo diario, se han identificado especies de fauna auxiliar diversa como varias especies de coccinélidos, *Chrysopa* sp, *Orius* sp y varias y abundante presencia aparente de arañas.

6.1.7. Nutrición

- Sustrato construido con restos de poda vegetal y compost en cantidades no registradas para este estudio.
- Incorporación 90 toneladas de restos de poda vegetal triturados para acolchado y relleno de pasillos.
- Con respecto al abonado este solo ha sido aplicado en frutales mediante ácidos húmicos por fertirrigación y foliar, en una única dosis. Este fue administrado por mejorar y potenciar el desarrollo de árboles recién trasplantados. No se considera relevante.

6.2. Estudio productividad y económico de alimentos

6.2.1. Hortalizas

En la Tabla 19 se muestran los detalles del cálculo de productividad potencial esperada para la totalidad de la superficie cultivable (superficie de parcelas restando caminos interiores) por hortaliza.

Se detalla el rendimiento por hectárea, de regadío al aire libre, para la provincia de Santa Cruz de Tenerife y el precio que percibe el agricultor (MAPA, 2019a). Se incluye el precio de venta medio en ecológico y convencional (Mercadillo de Tegueste, 2021), para el total de cada producto y de producción total.

La producción total anual asciende a 160.274,07 Kg, para un total de superficie de 5.347,71 m², algo más de media hectárea (299.705,99 Kg/ha).

Tabla 19. Cálculo producción estimada y valor económico

CÁLCULO ESTIMADO PRODUCCIÓN POTENCIAL Y CÁLCULO ECONÓMICO. TOTAL SUPERFICIE CULTIVABLE ANUAL								
HORTALIZA	H/4m ²	MARCO PLANTACIÓN m ²	REDIMIENTO Kg/ha	Kg TOTALES	SALARIO AGRICULTOR/A	€ MEDIA ECO	€ MEDIA CONV.	
Acelga	2	0,23	20000	1216,60	636,41	2965,47	2919,85	
Ajo	27	0,04	5000	676,82	991,81	5583,76	3553,30	
Alcachofa	1	1,58	10000	2105,66	1452,27	13686,80	0,00	
Berenjena	1	0,50	30000	1985,34	1066,13	5211,51	3325,44	
Brócoli	2	0,54	16747	2418,07	1175,42	12513,51	9490,92	
Calabacín	1	0,77	35000	3603,02	2121,10	8106,79	4503,77	
Calabaza	1	3,00	25000	10026,96	5902,87	18048,52	6768,20	
Cebolla	27	0,07	24942	6302,33	1452,06	15598,26	5041,86	
Col	2	0,54	25.000	3609,70	1260,87	5775,53	3248,73	
Coliflor	2	0,54	25000	3609,70	1689,70	11551,05	8121,83	
Espinaca	7	0,11	18.000	1916,15	1537,90	8143,64	9676,56	
Lechuga	7	0,14	20.000	2526,79	569,79	20846,04	7959,40	
Melón	1	3,00	23334	9358,76	3100,56	19185,46	7487,01	
Pepino	2	0,55	25000	3676,55	2008,50	6342,05	2114,02	
Pimiento	2	0,29	30000	2346,31	1895,58	5807,11	2932,88	
Puerro	26	0,56	18000	35194,62	8108,84	105583,85	79187,89	
Rábano	26	0,03	15000	1759,73	396,82	7478,86	2375,64	
Remolacha de mesa	26	0,79	18000	49272,46	15895,30	88690,43	61590,58	
Sandía	1	3,00	25000	10026,96	5182,93	16293,80	7018,87	
Tomate	2	0,61	38755	6295,23	1986,15	20459,51	13534,75	
Zanahoria	26	0,02	30000	2346,31	756,92	6921,61	4164,70	
TOTALES	192			160274,07	59187,92	404793,57	245016,20	

H: Hortalizas; M.P: Marco de plantación; RTO: Rendimiento; A: Agricultor/a; E: Ecológica; C: Convencional.

Cálculo de potencial productivo a partir de producción actual. En la tabla 20 se resumen los resultados productivos potenciales a partir del diseño y a partir de los resultados productivos actuales.

Tabla 20. Estimación producción anual a partir de producción real

ESTIMACIÓN PRODUCCIÓN ANUAL A PARTIR DE PRODUCCIÓN REAL ENTRE MAYO Y AGOSTO 2021	
SUPERFICIE CULTIVADA	1475,69
PRODUCCIÓN Kg MEDIA MENSUAL ENTRE 1 MAYO Y 31 AGOSTO	750,15
PRODUCCIÓN Kg MEDIA ANUAL ESTIMADA	9001,80
PRODUCCIÓN Kg ANUALES POR m ²	6,10
PRODUCCIÓN Kg SUPERFICIE TOTAL CULTIVABLE	32621,36

Tabla 21. Resumen resultados comparación producción actual/potencial

SUPERFICIE TOTAL DE CULTIVO m2	UNIDAD	ESTIMACIÓN PRODUCCIÓN		
		REAL	POTENCIAL	DIFERENCIA
5347,71	Kg/año BUPA	32621,36	160274,07	
	Kg/m2 año	6,10	29,97	4,91
	Kg/ha año	61.000,62	299.705,99	

6.2.2. Frutales

Los frutales eliminados del estudio por no disponer de datos de precio de venta se detallan en la Tabla 22. En la Tabla 23 se detallan los frutales con datos estimados de algunas especies, que debido a haber sido calculados a partir de fuentes no fiables, han sido excluidos del estudio. En la Tabla 24 se apuntan otras de las especies productivas que se encuentran en el BUPA con precios de venta (Mercado de Tegueste, 2021), a modo informativo, dado que al carecer de nuevo, de datos de rentabilidad también han sido excluidos del estudio.

Tabla 22. Especies excluidas del estudio

ESPECIE	N. COMÚN	Nº INDIVIDUOS
Butia sp	Palmera Butia	20
Carissa macrocarpa	Cereza de natal	16
Eugenia myrtifolia	Pitanga	15
Morus alba	Moral	10
Morus nigra	Moral	39
Olea europaea	Olivo	51
Quercus ilex	Encina	10
Monstera deliciosa	Costilla de Adam	29
Synsepalum dulcificum	Fruta milagrosa	35

Tabla 23. Especies excluidas del estudio por ausencia de datos

PRODUCCIÓN DE ESPECIES FUERA DE ESTUDIO A FALTA DE DATOS								
ESPECIE	N. COMÚN	Nº INDIVIDUOS	RENDIMIENTO ANUAL Kg/ÁRBOL	FUENTE	Kg TOTALES	€/Kg MEDIO	FUENTE	€ ANUALES
Ribes rubrum	Grosella	5	16,00	M34 (Navarra)	80	0		0
Ribes crispa	Uva crispa	7	1,00	-	7	0		0
Coffea sp	Cafetero	35	3,00	M18 (Estatal)	105	0		0
Prunus cerasus	Guindo		9,00	(2)	0	0		0
Theobroma cacao	Cacao	37	2,00	-	74	0		0
Morinda citrifolia	Noni	12	72,00	-	864	0		0
Inga edulis	Guaba o Guana	17	77,01	UF/IFAS	1309,17	0		0
Dimocarpus longan	Ojo de Dragón	18	67,95	UF/IFAS	1223,1	0		0
Ceratonía siliqua	Algarrobo	19	17,00	M	323	0		0
Plinia cauliflora	Jaboticaba	18	35,11	Balardi et al. 2000	631,935	0		0
Acca sellowiana	Feijoa	15	40	-	600	4,5	Media eco	2700
Hylocereus undatus	Pitaya	17	4,5	-	76,5	4,6	Media conv.	351,9
Fragaria sp	Fresa	49	1	-	49	6,75	Media conv y eco	330,75
Rubus sp	Frambueso	41	1,812	-	74,292	12	Mercatenerife	891,504
Rubus ulmifolius	Zarzamora	9	6,795	-	61,155	13,5	Media conv y eco	825,5925
Physalis peruviana	Uchuba	17	20	-	340	13,5	Media conv.	4590
Vaccinium sp	Arándano	30	4,5	-	135	14	Mercatenerife	1890
Totales					5953,152			11579,7465

Tabla 24. Valoración otros productos comerciales del BUPA fuera del estudio

OTROS PRODUCTOS DEL BOSQUE FUERA DEL ESTUDIO. PRECIOS MEDIOS MERCADILLO TEGUESTE					
FLORES Y MACETAS			HIERBAS, AROMÁTICAS Y ESPECIAS		
PRODUCTO	€/ Ud. FLOR	€/ PLANTA	PRODUCTO	€/Kg	€/Manojo
ALPINIA		5,5	FRESCAS	5,25	
ALSTROEMERIA	0,225		SECAS	70	
ANTURIO	0,95		RÚCULA	9,5	
ARECA		4,5	CÚRCUMA	27	
CALANCHOE		2,5	JENGIBRE	4,25	
CALA	0,575	4,9	AROMÁTICAS		0,95
CALATEA		3,9	BERROS		1,75
CLAVEL	0,22	2,5	CANÓNIGOS	13,5	
CRISANTEMO	0,5	2,5	ALOE VERA	3,3	
ESTRELITZIA	0,275		COMESTIBLES		
GAZANIA		1,5	PRODUCTO	€/Kg	
GERANEOS	1,5	4,5	CAÑA AZÚCAR	4,5	
GIRASOL	0,625		YUCA	3,6	
HIEDRA		3,5	PIÑA MILLO	1,35	
LILIUM	0,8				
AROMÁTICAS		1,75			
ROSA	0,3				
SUCULENTAS		3,5			
COMESTIBLES (manejo)		0,9			

Los resultados del estudio de productividad se presentan en la Tabla 25. Se detalla la fuente bibliográfica de rendimiento y precio. El estudio se corresponde con el momento teórico en el que todos los frutales estén en producción.

El estudio ofrece una estimación de más de 31.500 Kg anuales de fruta con un valor de venta de cerca de 140.000 € en total al año, para la superficie de 5.347,71 m², esto es un rendimiento de 5,89 Kg/m², 58.903,72 Kg/ha.

Tabla 25. Cálculo producción anual estimada y valor económico.

ESPECIE	N. COMÚN	Nº INDIVIDUOS	RENDIMIENTO ANUAL Kg/ÁRBOL	FUENTE	Kg TOTALES	€/Kg MEDIO	FUENTE	€ ANUALES
<i>Actinidia deliciosa</i>	Kiwi	42	50,00	M18 (Estatal)	2100	3	Mercatenerife	6300
<i>Ananas comosus</i>	Piña	21	1,67	Rebolledo et al. (2016)	35,07	5	Media conv y eco	175,35
<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	19	39,64	(4)	753,1125	4,375	Media eco	3294,867188
<i>Annona muricata</i>	Guanabana	26	39,64	(4)	1030,575	10	Media conv y eco	10305,75
<i>Annona x atemoya</i>	Atemoya	16	39,64	UF/IFAS	634,2	6,5	Media conv.	4122,3
<i>Averrhoa carambola</i>	Carambolo	15	113,25	UF/IFAS	1698,75	4,5	Media conv.	7644,375
<i>Carica papaya</i>	Papaya	70	29,45	UF/IFAS	2061,15	2,3375	Media conv y eco	4817,938125
<i>Castanea sativa</i>	Castaña	14	36,00	M	504	5	Media eco	2520
<i>Citrus x latifolia</i>	Lima de Tahití	17	56,00	M (Málaga)	952	2,475	Media conv y eco	2356,2
<i>Citrus x limon</i>	Limonero	27	22,00	UF/IFAS	594	1,45	Media conv y eco	861,3
<i>Citrus aurantifolia x Fortunella sp</i>	Limequat	29	20,39	(1)	591,165	13,5	Media eco	7980,7275
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	6	24,00	(5)	144	2,25	Media conv y eco	324
<i>Citrus x paradisi</i>	Pomelo	11	21,00	M18 (Valencia)	231	1,2	Media conv y eco	277,2
<i>Citrus x sinensis</i>	Naranja	31	24,00	UF/IFAS	744	1,35	Media conv y eco	1004,4
<i>Cydonia oblonga</i>	Membrillo	13	12,00	M	156	3,6	Media eco	561,6
<i>Diospyros kaki</i>	Caqui	1	8,00	UF/IFAS	8	1,8	Mercatenerife	14,4
<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	9	18,00	M	162	3,375	Media eco	546,75
<i>Ficus carica</i>	Higuera	63	13,00	M	819	3,375	Media conv y eco	2764,125
<i>Fortunella margarita</i>	Kumquat	10	20,39	UF/IFAS	203,85	13,5	Media eco	2751,975
<i>Juglans regia</i>	Nogal Común	8	26,00	M	208	10	Media eco	2080
<i>Macadamia tetraphylla</i>	Macadamia	10	11,33	UF/IFAS	113,25	10	Media eco	1132,5
<i>Malus domestica</i>	Manzano	18	14,00	M	252	1,775	Media conv y eco	447,3
<i>Mangifera indica</i>	Manga	38	113,25	UF/IFAS	4303,5	2,25	Media conv y eco	9682,875
<i>Musa acuminata</i>	Platanera	21	45,00	BUPA	945	0,9	Media conv y eco	850,5
<i>Passiflora edulis</i>	Parchita	23	33,98	UF/IFAS	781,425	2,25	Media conv y eco	1758,20625
<i>Persea americana</i>	Aguacate	65	96,26	UF/IFAS	6257,0625	5,2	Media conv y eco	32536,725

Pouteria campechiana	Canistel/ Zapote	14	56,63	UF/IFAS	792,75	4	Media eco	3171
Prunus armeniaca	Albaricoque	4	10,00	M	40	1,58	MAPA	63,2
Prunus avium	Cerezo	59	9,00	M	531	2,56	MAPA	1359,36
Prunus domestica	Ciruelo	18	10,00	M	180	2,655	Media conv y eco	477,9
Prunus dulcis	Almendro	12	6,00	M	72	8	Media eco	576
Prunus persica	Melocotonero	18	10,00	M	180	4,125	Media eco	742,5
Prunus persica n.	Nectarina	16	10,00	(2)	160	4,125	Media eco	660
Psidium guajava	Guayabo varios	17	15,00	M (Las Palmas)	255	3,375	Media conv.	860,625
Punica granatum	Granado	28	15,00	M	420	2,25	Media conv y eco	945
Pyrus sp	Peral	8	12,00	M	96	2,525	Media eco	242,4
Syzygium cordatum	Water Berry	6	67,95	(3)	407,7	8,75	Media conv.	3567,375
Syzygium jambos	Pomarrosa	6	67,95	(3)	407,7	8,75	Media conv.	3567,375
Syzygium luehmannii	Lilly Pilly	14	67,95	(3)	951,3	8,75	Media conv.	8323,875
Syzygium paniculatum	Cereza Magenta	8	67,95	(3)	543,6	8,75	Media conv.	4756,5
x Citrofortunella microcarpa	Calamondin	12	20,39	(1)	244,62	13,5	Media eco (1)	3302,37
Totales					31.563,78 Kg			139.726,8441 €

Los valores de rentabilidad, y precio cuando se indica, de estas especies se han estimado a partir de especies de la misma familia (1) Fortunella margarita, (2) Prunus persica (3) Syzygium samarangente (UF/IFAS), (4) Annona atemoya, (5) Citrus x sinensis. M se refiere a la fuente MAPA (1934), expresando el rendimiento por árbol en la provincia de Santa Cruz de Tenerife. M19 Estatal y M19 Valencia, se refieren a que el dato es del rendimiento de la media estatal y la provincia de València respectivamente (MAPA, 2019a) y M Málaga y M Las Palmas, se refiere a que el dato responde al rendimiento la provincia de Málaga y Las Palmas de Gran Canaria, respectivamente (MAPA, 1934). UI/IFAS se refiere a la fuente UNIVERSITY OF FLORIDA, INSTITUTE OF FOOD AND AGRICULTURAL SCIENCES, (1997). Media eco. y media conven. Se refiere a la media de precios ecológicos y convencionales respectivamente, extraídos del Mercado de Tegueste (2021).

6.2.3. Estudio prospectivo 5 años

Resultados obtenidos en la estimación de producción y valor económico, a lo largo de los próximos 5 años. El estudio representa la rotación sucesional de los cultivos, teniendo en cuenta la evolución del sistema: progresivo inicio de producción de especies perennes y descenso de especies estacionales. Los resultados se muestran en las Tablas 26 y 27, para hortalizas y frutales respectivamente:

Tabla 26. Predicción por año durante 5 años producción y valor económico hortalizas

PRODUCCIÓN PARA HORTALIZAS EN 5 AÑOS 2022-2027			
Año	% productivo	TOTAL Kg hortalizas	Precio medio eco/conv
2022	100%	160274,07	324904,89
2023	75%	120205,55	243678,66
2024	50%	80137,04	162452,44
2025	25%	40068,52	81226,22
2026	25%	40068,52	81226,22
	Total	440753,69	893488,43

Tabla 27. Predicción producción y valor económico frutales total 5 años

PRODUCCIÓN ESTIMADA FUTALES EN 5 AÑOS 2022-2027						
ESPECIE	N. COMÚN	PRODUCCIÓN ANUAL	AÑOS PRODUCTIVOS	Kg TOTAL/ 5 AÑOS	€/Kg MEDIA	€ TOTAL/ 5 años
<i>Actinidia deliciosa</i>	Kiwi	2100	2	4200	3	12600
<i>Ananas comosus</i>	Piña	35,07	4	140,28	5	701,4
<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	753,1125	2	1506,225	4,375	6589,734375
<i>Annona muricata</i>	Guanabana	1030,575	2	2061,15	10	20611,5
<i>Annona x atemoya</i>	Atemoya	634,2	2	1268,4	6,5	8244,6
<i>Averrhoa carambola</i>	Carambolo	1698,75	5	8493,75	4,5	38221,875
<i>Carica papaya</i>	Papaya	2061,15	5	10305,75	2,3375	24089,69063
<i>Castanea sativa</i>	Castaña	504	0	0	5	0
<i>Citrus × latifolia</i>	Lima de Tahití	952	4	3808	2,475	9424,8
<i>Citrus × limon</i>	Limonero	594	4	2376	1,45	3445,2
<i>Citrus aurantifolia x Fortunella sp</i>	Limequat	591,165	5	2955,825	13,5	39903,6375
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	144	4	576	2,25	1296
<i>Citrus x paradisi</i>	Pomelo	231	4	924	1,2	1108,8
<i>Citrus x sinensis</i>	Naranja	744	4	2976	1,35	4017,6
<i>Cydonia oblonga</i>	Membrillo	156	4	624	3,6	2246,4
<i>Diospyros kaki</i>	Caqui	8	2	16	1,8	28,8
<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	162	4	648	3,375	2187
<i>Ficus carica</i>	Higuera	819	4	3276	3,375	11056,5
<i>Fortunella margarita</i>	Kumquat	203,85	5	1019,25	13,5	13759,875
<i>Juglans regia</i>	Nogal Común	208	0	0	10	0
<i>Macadamia tetraphylla</i>	Macadamia	113,25	1	113,25	10	1132,5
<i>Malus domestica</i>	Manzano	252	4	1008	1,775	1789,2
<i>Mangifera indica</i>	Manga	4303,5	1	4303,5	2,25	9682,875
<i>Musa acuminata</i>	Platanera	945	5	4725	0,9	4252,5
<i>Passiflora edulis</i>	Parchita	781,425	5	3907,125	2,25	8791,03125
<i>Persea americanaA</i>	Aguacate	6257,0625	1	6257,0625	5,2	32536,725
<i>Pouteria campechiana</i>	Canistel/ Zapote	792,75	3	2378,25	4	9513
<i>Prunus armeniaca</i>	Albaricoque	40	4	160	1,58	252,8
<i>Prunus avium</i>	Cerezo	531	4	2124	2,56	5437,44
<i>Prunus domestica</i>	Ciruelo	180	4	720	2,655	1911,6
<i>Prunus dulcis</i>	Almendro	72	4	288	8	2304
<i>Prunus persica</i>	Melocotonero	180	4	720	4,125	2970
<i>Prunus persica n.</i>	Nectarina	160	4	640	4,125	2640
<i>Psidium guajava</i>	Guayabo varios	255	3	765	3,375	2581,875
<i>Punica granatum</i>	Granado	420	4	1680	2,25	3780
<i>Pyrus sp</i>	Peral	96	4	384	2,525	969,6
<i>Syzygium cordatum</i>	Water Berry	407,7	3	1223,1	8,75	10702,125
<i>Syzygium jambos</i>	Pomarrosa	407,7	3	1223,1	8,75	10702,125
<i>Syzygium luehmannii</i>	Lilly Pilly	951,3	3	2853,9	8,75	24971,625
<i>Syzygium paniculatum x Citrofortunella microcarpa</i>	Cereza Magenta	543,6	3	1630,8	8,75	14269,5
	Calamondin	244,62	5	1223,1	13,5	16511,85
Total		31563,78 Kg		85501,8175 Kg		367235,7838 €

En total la producción estimada, sumando los Kg y el valor para los dos tipos de cultivo, son 526.255 Kg de alimentos con valor de 1.260.724 Euros, a lo largo de 5 años (Tabla 28)

Tabla 28. Predicción económica y productiva para 5 años (hortalizas y frutales) por año y total

Año	% productivo	PRODUCCIÓN HORTALIZAS Y FRUTA POR AÑO					
		TOTAL Kg hortalizas	Total Kg fruta	Total Kg	Total € Hortalizas	Total € Fruta	Total €
2022	100%	160274,07	6525,96	166800,03	324904,885	29106,09	354010,9769
2023	75%	120205,5525	12294,03	132499,5825	243678,6638	43490,68	287169,3406
2024	50%	80137,035	15652,08	95789,115	162452,4425	67737,43	230189,8694
2025	25%	40068,5175	20177,97	60246,485	81226,22125	91774,74	173000,9653
2026	25%	40068,5175	30851,78	70920,2975	81226,22125	135126,84	216353,0653
5 años	Total	440753,6925	85501,82	526255,51 Kg	893488,4338	367235,78	1260724,218 €

6.3. Estudio de diversidad biológica y ecológica

6.3.1. Flora

6.3.1.1. Composición florística

Tablas 29, 30, 31 con detalles de predominancia de especie y género de la totalidad del inventario y en cada porte.

Tabla 29. Especies con mayor representatividad en la totalidad del inventario

ESPECIES MÁS REPRESENTATIVAS (>100 individuos)					
N. Científico	N. Común	ni	pi%	Porte	
Ajania pacífica	Crisantemo de pacífico, Ajania	105	1,40	Herbácea	
Pelargonium sp	Geranio Malvarosa	116	1,54	Herbácea	
Casuarina equisetifolia	Casuarina Cola de Caballo	121	1,61	Árbol grande	
Bulbine frutescens	Bulbine	138	1,83	Herbácea	
Schefflera arboricola	Cheflera	140	1,86	Arbusto	
Washingtonia filifera	Palmera Washingtonia	164	2,18	Palmera emergente	
Hibiscus sp	Hibiscus	175	2,33	Arbusto	
Asclepia tuberosa	Algodoncillo	234	3,11	Herbácea	

Tabla 30. Géneros con mayor representatividad en la totalidad del inventario

GÉNEROS MÁS REPRESENTATIVOS			
N. Común	ni	pi%	Porte
Asclepia	234	3,11	Herbácea
Pelargonium sp	206	2,74	Herbácea
Ficus sp	202	2,69	Árbol
Hibiscus sp	175	2,33	Arbusto
Casuarina sp	172	2,29	Árbol grande
Schefflera sp	171	2,27	Árbol
Washingtonia sp	164	2,18	Palmera emergente
Bulbine	138	1,83	Herbácea
Euphorbia sp	123	1,63	Arbusto/ herbácea
Citrus sp	121	1,61	Frutal
Prunus sp	105	1,40	Frutal
Ajania sp	105	1,40	Herbácea

Ni = Abundancia absoluta = número de individuos de cada grupo. pi = abundancia relativa = ni/N, siendo N la totalidad de los individuos.

Tabla 31. Especies con mayor representatividad en cada porte

Porte	N. Científico	N. Común	ni	pi%
PALMERAS EMERGENTES				
	Washingtonia filifera	Palmera Washingtonia	164	2,18
	Bismarckia nobilis	Palmera de Bismarck	45	0,60
	Archontophoenix alexandrae	Palma Alejandrina	12	0,16
ÁRBOL ALTO				
	Ficus microcarpa	Laurel de Indias	73	0,97
	Casuarina sp	Casuarina	51	0,68
	Robinia pseudoacacia	Falsa Acacia	41	0,54
ÁRBOL MEDIO				
	Schefflera actinophylla	Árbol Paraguas	74	0,98
	Moringa oleifera	Moringa	54	0,72
	Alnus glutinosa	Aliso Común	45	0,60
ÁRBOL BAJO				
	Yucca elephantipes	Yuca de Interior	42	0,56
	Duranta erecta	Duranta Azul (Garbanzillo)	36	0,48
	Pandanus utilis	Pandano	31	0,41
FRUTALES				
	Carica papaya	Papaya	70	0,93
	Persea americana	Aguacate Bacon	65	0,86
	Ficus carica	Higuera	63	0,84
ARBUSTIVAS Y SUBARBUSTIVAS				
	Hibiscus sp	Hibiscus	175	2,33
	Schefflera arboricola	Cheflera	140	1,86
	Myrtus communis	Mirto	66	0,88
TREPADORAS				
	Tecoma capensis	Tecoma o Bignonia	52	0,69
	Bougainvillea sp	Buganvilla	49	0,65
	Actinidia deliciosa	Kiwi	42	0,56
HERBÁCEAS				
	Asclepia tuberosa	Algodoncillo	234	3,11
	Bulbine frutescens	Bulbine	138	1,83
	Pelargonium sp	Geranio Malvarosa	116	1,54
COBERTORAS				
	Ajania pacífica	Crisantemo de pacífico, Ajania	105	1,40
	Falkia repens	Falkia	65	0,86
	Lantana montevidensis	Lantana Rastrera	51	0,68
ACUÁTICAS				
	Eichhornia crassipes	Jacinto de agua	5	0,07
	Nynphaea alba	Nenúfar	2	0,03
	Cyperus papiro	Papiro	2	0,03

Ni = abundancia absoluta = número de individuos de cada grupo. pi = abundancia relativa = $ni/N*100$, siendo N la totalidad de los individuos.

6.3.1.2. Índices de biodiversidad

En las tablas 32, 33 y 34 se presentan los resultados de los índices de biodiversidad calculados en el BUPA, extraídos de los registros de la totalidad de especies presentes en las parcelas 1,2,3,4,5,6,7, quedando fuera aquellas presentes e instaladas en las parcelas perimetrales por ausencia de datos en el momento del estudio. Se usa a modo comparativo para evaluar los resultados, índices para bosques tropicales, usando los datos extraídos de un estudio de diversidad florística llevado a cabo en un bosque secundario restaurado (cambio de uso de suelo de ganadería a bosque tropical húmedo secundario) ubicado en el Jardín Botánico del Pacífico a partir de muestras de tres edades distintas (12, 30 y 40 años), (Torres et al. 2016). Los resultados arrojados muestran una riqueza de especie de 83 e índice de Shannon-Weiner de 3, 3,28 y 3, respectivamente.

Tabla 32. Índices de biodiversidad vegetal presente en el BUPA

ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD VEGETAL BUPA	
Total (N)	7523
Riqueza específica (S)	431
Índice de Shannon-Weiner (H)	5,490
Índice de Simpson (D)	0,007
Índice recíproco de Simpson 1/D	149,521

Tabla 33. Índices de biodiversidad árboles, arbustos y herbáceas del BUPA

ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD BUPA PORTES	ÁRBOLES	ARBUSTIVAS	HERBÁCEAS
Total (N)	3311,000	1899,000	1883
Riqueza específica (S)	184,000	104,000	112
Índice de Shannon-Weiner (H)	4,783	4,082	3,831
Índice de Simpson (D)	0,012	0,027	0,039
Índice recíproco de Simpson 1/D	83,165	37,159	25,716

Árboles = Palmeras, Árboles grandes, medios y bajos, y frutales; Arbustivas = Arbustos y subarbustos; Herbáceas = Cobertoras y herbáceas

Tabla 34. Índices de biodiversidad vegetal presente en el BUPA dentro de cada porte

ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD VEGETAL BUPA DENTRO DE CADA PORTE					
Porte	Total (N)	Riqueza de especie (S)	Índice de Shannon-Weiner (H)	Índice de Simpson (D)	Índice recíproco de Simpson 1/D
Palmera emergente	243	7	1,0576	0,4948	2,0212
Árbol grande	815	47	3,3129	0,0536	18,6543
Árbol medio	987	66	3,8175	0,0280	35,6878
Árbol bajo	299	17	2,5611	0,0871	11,4838
Frutal	967	47	3,5841	0,0341	29,2994
Arbusto	1705	90	3,9276	0,0313	31,9429
Subarbusto	194	14	2,2129	0,1605	6,2291
Trepadora	420	27	2,9332	0,0665	15,0358
Herbácea	1585	101	3,7242	0,0472	21,1886
Cobertura	298	11	1,7712	0,2175	4,5984
Acuática	10	4	1,2206	0,3400	2,9412

6.3.2. Fauna

6.3.2.1. Riqueza específica de aves observadas

En la Tabla 35 se indican las especies observadas de aves durante el periodo de desarrollo del BUPA., junto a datos sobre el hábitat que ocupan y su comportamiento alimentario (SEO Birdlife, 2008) . La riqueza de especie es 26.

Tabla 35. Especies de aves observadas en el BUPA Agosto 2020 – Octubre 2021

N. común	SP	HÁBITAT			ALIMENTACIÓN			ENDEMISMO
					+++	++	+	
Columbiformes								
Paloma bravía	Columbia livia	C/U	CS/R/BA	Granívoro	Insectos			
Tórtola turca	Streptopelia decaocto	C/U	AA/BA	Granívoro	Frugívoro	Insectos		
Tórtola rosigrís	Streptopelia roseogrisea	U	BA	Granívoro				
Tórtola europea	Streptopelia turtur	C/U	AA/BA	Granívoro	Frugívoro			
Paseriformes								
Corbato/vencejo	Apus sp	C/U	E	Insectívoro				
Jilguero	Carduelis carduelis	C	IB	Granívoro				
Petirrojo	Erethacus rubecula	U/Cc	B	Insectívoro	Frugívoro			
Herrerillo	Parus caeruleus	Cc	IB	Insectívoro	Granívoro	Frugívoro	ISLAS CANARIAS. CON SUBESPECIES POR ISLA	
Mosquitero	Phylloscopus canariensis	C	IB/BA	Insectívoro	Frugívoro	Nectarífero	ISLAS OCCIDENTALES	
Canario	Serinus canarius	C/Cc	IB/B	Granívoro	Insectos			
Serín verdicillo	Serinus serinus	Cc	B/BA	Granívoro	Insectos	Frugívoro		
Mirlo	Turdus merula	C/U	IB	Insectívoro	Frugívoro			
Corbato	Passer sp.	Cc/U	BA	Granívoro	Frugívoro			
Gorrión moruno	Passer hispaniolensis	Cc/U	BA	Granívoro	Frugívoro			
Curruca capirotada	Sylvia atricapilla	U	IB	Insectívoro	Frugívoro	Granívoro		
Curruca tomillera	Sylvia conspicillata		CS/BA	Insectívoro	Frugívoro	Granívoro		
Curruca cabecinegra	Sylvia melanocephala	U	BA/B	Insectívoro	Frugívoro	Granívoro		
Mirlo	Turdus merula	C/U	IB	Insectívoro	Frugívoro			
Abubilla	Upupa epops	C	BA	Insectívoro				
Desconocido 1	D1							
Psittaciformes								
Periquito	Melopsittacus undulatus	U/Cc/C	BA/AA	Granívoro	Frugívoro		Exótica con reproducción	
Lorito senegalés	Poicephalus senegalus	Cc	BA/B	Granívoro	Frugívoro		Exótica con reproducción	
Desconocido 2	D2							
Rapaces								
Coruja	Tyto alba	Cc/U/C	BA	Carnívoro				
Búho chico	Asio otus	U	IB/AA	Carnívoro				
Cernícalo	Falco tinnunculus	U/Cc	BA/AA	Carnívoro	Insectívoro			

AA: Áreas abiertas; IB: Interior bosque; B: Borde; BA: Bosque abierto; CS: Costa; R: Roquedos; E: Construcciones urbanas y rurales; C: Cosmopolita; Cc: Campos de cultivo; U: Urbana

6.3.2.2. Estudio de diversidad de aves

En la Tabla 36 se detallan los resultados del estudio de diversidad obtenidos para la fauna aviar del BUPA y del punto de observación de control externo al mismo, tanto a nivel de especie como de familia.

Tabla 36. Resultados estudio diversidad aviar

N. común	SP	ESTUDIO BUPA				ESTUDIO CONTROL EXTERNO BUPA			
		ESPECIE		FAMILIA		ESPECIE		FAMILIA	
		ni	pi	ni	pi	ni	pi	ni	pi
	Columbiformes			83	0,237			8	0,205
T. turca	<i>Streptopelia decaocto</i>	68	0,194			6	0,154		
Tórtola europea	<i>Streptopelia turtur</i>	15	0,043			2	0,051		
	Paseriformes			263	0,751			28	0,718
Vencejo	<i>Apus sp</i>	5	0,014						
Jilguero	<i>Carduelis carduelis</i>	11	0,031						
Herrerillo	<i>Parus caeruleus</i>	6	0,017						
Corbato	<i>Passer sp</i>	15	0,043						
Mosquitero	<i>Phylloscopus canariensis</i>	84	0,240			8	0,205		
Canario	<i>Serinus canarius</i>	54	0,154			6	0,154		
Curruca capirotada	<i>Sylvia atricapilla</i>	12	0,034						
Mirlo	<i>Turdus merula</i>	72	0,206			14	0,359		
Abubilla	<i>Upupa epops</i>	1	0,003						
Otras		3	0,009						
	Psittaciformes			1	0,003				
Otros		1	0,003						
	Rapaces			3	0,009			3	0,077
Cernícalo	<i>Falco tinnunculus</i>	3	0,009			3	0,077		
	N	350		350		39		39	
	S	14		4		6		3	

En la Tabla 37 se detallan los resultados de los distintos índices obtenidos para la fauna aviar del BUPA, los del puesto de control en un punto externo al mismo y el indicador de riqueza de especie (S) y el índice de diversidad de Shannon-Weiner (H) de aves en la isla de Tenerife (Carrascal y Palomino, 2005), para ecosistemas similares.

Tabla 37. Comparación índices de diversidad aves a nivel de especie

ESTUDIO DIVERSIDAD AVIAR BOSQUE URBANO PRODUCTIVO ADEJE	ESTUDIO DIVERSIDAD AVIAR TENERIFE POR ECOSISTEMAS				
	ÍNDICES	BOSQUE ESPECIES	FUERA BOSQUE ESPECIE	PI Máx.	Cus Mín.
Total (N)	350	39			
Riqueza específica (S)	14	6		11	8
Índice de Shannon-Weiner (H)	2,014	1,618		2,390	1,440
Índice de Simpson (D)	0,168	0,227			
Índice recíproco de Simpson 1/D	5,954	4,409			
Índice de Margalef (D Mg)	2,219	1,365			

PI: Platanera, Cus: Cascos urbanos sur, Cts: Cardonal-Tabaibal sur. Máx.D: Máxima diversidad registrada de ecosistema compatible; Mín.D: Mínima diversidad registrada de ecosistema compatible. Ec.C: Diversidad registrada en ecosistema más compatible.

La Figura 41 muestra da distribución de la población por abundancia de especies.

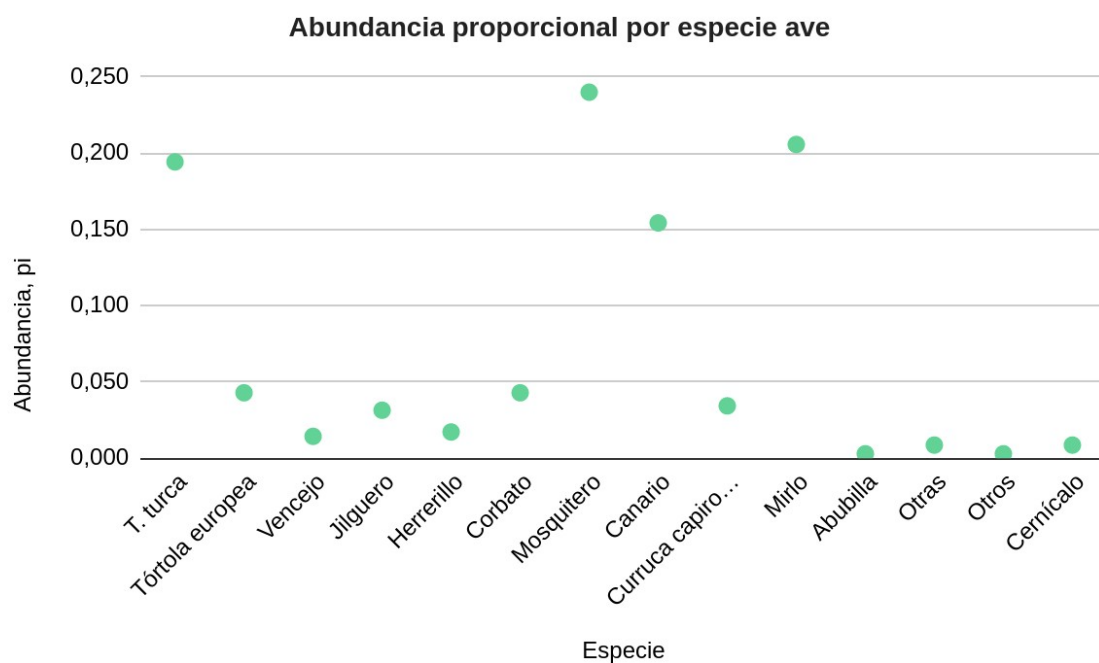


Figura 41. Abundancia proporcional especies de aves con respecto a la muestra, en el BUPA.

Se han calculado también los indicadores e índices a nivel de familias, detallados en la Tabla 38.

Tabla 38. Índices de diversidad a nivel de familia

ÍNDICES	DIVERSIDAD DE FAMILIAS	
	BOSQUE	FUERA BOSQUE
Total (N)	350	39
Riqueza específica (S)	4	3
Índice de Shannon-Weiner (H)	0,614	0,760
Índice de Simpson (D)	0,565	0,563
Índice recíproco de Simpson 1/D	1,771	1,775
Índice de Margalef (D Mg)	0,512	0,546

6.3.3. Estudio ecosistémico. Índice de funcionalidad de los parques urbanos

En la Tabla 39 se muestran los datos calculados para la obtención del índice de funcionalidad.

Tabla 39. Valores para cálculo índice de funcionalidad

DATOS ÍNDICE FUNCIONALIDAD ECOSISTEMA		
Elemento	Valor	Unidad
ÁREA TOTAL (A)	21902,63	
COBERTURA ARBÓREA (B)	23,97	%
COBERTURA ARBUSTIVA (C)	12,33	%
COBERTURA DE CÉSPED (D)	13,52	%
Cobertura de agua (E)	1,32	%
Número de árboles de porte grande (F)	0,00	
Número de árboles de porte medio (G)	930,00	
Número de árboles de porte pequeño (H),	2667,00	
Diversidad de especies de árboles y arbustos (I)	5,18	
Cobertura artificial (J)	28,46	%
Distancia al hábitat fuente (K)	0,17	Km

El resultado obtenido ha sido de 11,4, muy por encima del valor deseado. El valor máximo observado en la bibliografía es de 9,2, en el parque urbano de San Martín, Vitoria Gasteiz (AGÈNCIA D'ECOLOGÍA URBANA DE BARCELONA, 2010b). El elevado índice de biodiversidad, la cercanía con espacios naturales y la cantidad y diversidad de cubiertas han sido los factores influyentes en el resultado tan elevado.

7. CONCLUSIONES

7.1. Estudio descriptivo

7.1.1. Flora

Las especies predominantes son las que presentan función alimenticia, polinizadora/ atractora de fauna y abonadora (leguminosas y especies de crecimiento rápido movilizadoras de nutrientes).

El estudio revela presencia de solo un 100% de especies autóctonas. Es necesario tener en cuenta que la adjudicación de la función a cada especie se ha priorizado aquella que se considera principal, de manera que es posible que según la clasificación usada en el estudio, existan especies autóctonas clasificadas en otra función. A ello es necesario añadir que el sistema ha sido configurado artificialmente, no respondiendo en este caso a criterios de restauración del ecosistema nativo.

7.1.2. Diversidad de hábitats

Los datos acerca de tipos de hábitats y su representatividad en el BUPA, muestran que existen todos los tipos de mundos (verde, gris y azul) permitiendo la existencia potencial de diversidad de biotopos asociados a cada ecosistema (Boada y Capdevilla, 2000).

Queda pendiente el estudio de biodiversidad de cada uno de los “mundos”, para corroborar esta correspondencia aunque los datos obtenidos en el presente trabajo ya confirman existencia de abundante biodiversidad existente ya en el BUPA, comparada a su vez con los ecosistemas del entorno, tanto naturales como urbanos.

7.1.3. Suelo

El análisis de suelo muestra grandes diferencias entre las parcelas donde el sistema agroforestal está instalado (cubierta vegetal, suelo cubierto de materia orgánica y mayor cantidad de compost incorporado), y la P3 en la que solo encontramos especies de árboles y arbustos dispersas y aún no ha sido trabajada, presentando el estado en el que se encontraba el resto de ellas parcelas anteriormente al proyecto del BUPA. En concreto muestra muy bajo porcentaje de materia orgánica, 1% respecto al 3-4% del resto de parcelas, un ph aún más elevado,9, siendo el máximo presente en el resto de parcelas de 8,6, mayor cantidad de catión Na⁺ libre y menor de fósforo. Esto puede indicarnos que las labores realizadas en las parcelas han podido modificar las características físico-químicas, moderando el ph, la presencia de Na⁺ e incrementando la cantidad de materia orgánica presente.

El suelo del BUPA posee igualmente valores de ph elevados, entre 8,2-8,6, lo cual puede estar interfiriendo con la disponibilidad de micronutrientes como el Fe, el Mn y el B. El porcentaje de materia orgánica es bueno, siendo especialmente alto en la P6 con valores de 4, siendo esta una de las parcelas con mayor densidad arbórea y con presencia de especies de mayor edad, presentes desde 2009, causa probable del resultado.

Con respecto al análisis de micorrizas los resultados revelan un suelo con presencia considerable de micorrizas, superando los valores de suelos estándar pero no llegando a presentar valores de suelo muy ricos. Llama la atención el hecho de que la parcela 6 presente menos de 1 espora por gramo de suelo, dado que es una de las parcelas con mayor cantidad de materia orgánica, árboles y arbustos de mayor edad y excelente estado de salud de los individuos. No se descarta error de muestreo o identificación de las mismas. El resto de resultados eran esperados, dado que se trata de un suelo protegido, con gran cantidad de materia orgánica y diversidad pero muy joven e inmaduro. En futuros resultados cabría esperar mayores valores.

7.1.4. Agua

7.1.4.1. Análisis

Dado que el agua procede de desaladora esta es baja en sales, por tanto con baja conductividad eléctrica, y alcalina. La alcalinización del agua de desaladora se produce por el proceso de remineralización para disminuir su corrosividad, fundamentalmente incorporando bicarbonatos (Moratiel, 2018).

Las características del agua, son adecuadas para riego, pero no ideales. La baja concentración de sales puede hacer necesaria la incorporación de estas a través de abonos, y el elevado ph genera incrementos de ph en el suelo a la vez que reduce la asimilación del Fe por parte de la planta, debido a la reducción de la capacidad de intercambio catiónico (Garrido, 1993).

La potenciación de la formación de compuestos húmicos en el suelo, mediante la adición de materia orgánica, la no labranza, la biodiversidad y la potenciación de la vida del suelo pueden estar siendo una buena estrategia de amortiguación de Ph, incrementando a su vez la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de nutrientes.

7.1.4.2. Eficiencia

Al observar la evolución de los gastos de consumo de agua en función de la superficie cultivada, se desprende la evidencia del incremento de eficiencia tanto y cuanto se ve reducido el gasto por unidad de superficie.

Al comparar el consumo de agua respecto a de una platanera convencional el gasto es más del doble en el caso del BUPA. Este dato ha de evaluarse teniendo en cuenta que el contador de agua no discrimina el uso de riego respecto a otros usos, estando incluido el gasto de baños usados por una media de 30 trabajadores diarios (de lunes a viernes). Además ha de contarse con la alta densidad de cultivo, en el caso de la platanera canaria ronda entre 2,5x2,5m y 3x3m (INFOAGRO, sin fecha), esto es entre 6,25m² y 9m² por individuo, siendo en el BUPA de 1,125x2m, siendo la superficie de 2,25 m² por individuo, entre 2,8 y 4 veces mayor densidad en el BUPA que en la platanera. Si a ello añadimos el cultivo de hortalizas, tendríamos que incorporar entre 4.000 y 7.000 m³/ha más en el gasto por unidad de superficie, que en el caso del BUPA también presenta densidades mayores de plantación. A ello habría que añadir las especies no alimenticias pero sí productivas o con diversas funciones ecosistémicas. Haciendo el cálculo aproximado equiparando las densidades y diversidad de cultivos, solo para hortalizas y frutales, el gasto en el caso del BUPA resultaría inferior respecto a sistema convencional. Sin embargo comparar dos sistemas con tantas diferencias puede resultar poco ilustrativo, dadas las particularidades culturales y de diseño de ambos sistemas.

Es importante mencionar además que el bosque cumple múltiples funciones, a parte de la productiva, estética, cultural, sumidero de carbono o recreativa entre otras.

A pesar de todo lo anterior, en mi opinión el gasto de agua resulta excesivo en el contexto actual, pero dado que los datos de consumo de agua usados responden al consumo en periodo de recién implantación del sistema, y dada la evolución del consumo de agua observada a lo largo del periodo de estudio, es más que probable que el consumo, una vez establecidas las especies y evolucionado el sistema, disminuya.

Es importante continuar registrando el gasto de agua para evaluar la evolución del consumo, ajustando y regulando el gasto e incluso sustituyendo especies de mayor consumo por otras adaptadas a menores consumos, con el objetivo de hacer el sistema realmente sostenible.

7.1.5. Salud vegetal

- Los problemas de enfermedad y plaga observados han sido escasos y no han generado pérdidas de individuos ni de producción. En la totalidad de los casos pueden relacionarse con problemas de manejo, puntuales y aislados, que derivaron en debilidad y falta de salud en los ejemplares afectados, por ejemplo:

- Poda excesiva y temprana, en el caso concreto de cítricos, que respondieron efectivamente al tratamiento realizado presentando buen estado de salud actualmente.
- Exceso de riego, en el caso de las hortalizas que presentaron oídio, no afectando a la producción.
- Plantas débiles por haber permanecido en macetas pequeñas durante exceso de tiempo el tratamiento en este caso no solo fue efectivo sino necesario. Es el caso de las afectadas por cochinilla y hormiga, que tras ser tratadas respondieron adecuadamente adquiriendo gran vigorosidad.
- Plantas no adaptadas climáticamente, especialmente los cerezos y ciruelos, dado que presentaron una respuesta muy débil al tratamiento y presentan mal estado de salud en general.
- Se observa que conforme el sistema a ido evolucionando se ha estabilizado, reduciéndose los focos.

7.1.6. Nutrición

- A pesar de la ausencia de registros, probablemente en la fase de instalación del sistema el gasto y consumo de insumos haya sido elevado.
- Por otro lado, actualmente el bosque está reciclando grandes cantidades de poda municipal, reduciendo el impacto de las actividades urbanas sobre el medio.
- Ahora que el sistema agroforestal de la zona 1 está terminado sería de gran interés comenzar a registrar la cantidad de materia orgánica y biomasa que se incorpora y su procedencia, de dentro o de fuera del sistema, para evaluar la sostenibilidad del mismo.

7.2. Productividad

7.2.1. Estudio productivo de hortalizas

- Producción

Si comparamos la producción potencial obtenida, que podría redondearse en torno a los 300.000 Kg/ha con los mejores rendimientos encontrados en las estadísticas del Ministerio, (MAPA, 2019a), donde el cultivo con mayores valores de rendimiento en Kg/ha y año, para la provincia de S.C de Tenerife, es el tomate, con 38.755 Kg/ha, o 94.291 Kg/ha si miramos el rendimiento en invernadero, se aprecia una gran diferencia productiva de casi el 300%. Si se consultan datos más concretos pueden observarse rendimientos mayores de hasta 200.198 Kg/ha (Cáceres et al. 2018) en fincas intensivas

(cultivos sucesivos sin rotación y cubiertos), sin embargo, aún así el rendimiento teórico que podría obtenerse en el BUPA sigue siendo muy superior.

El resultado obtenido responde a la alta densidad y sucesión de cultivo, donde las distintas hortalizas se plantan a la vez, siendo asociadas según su porte y rapidez de crecimiento y muy juntas entre sí, de manera que los cultivos se van encadenando en el tiempo, dejando los de ciclo más corto el espacio disponible a los de ciclo más largo, con crecimiento más lento, una vez estos son cosechados, (los detalles del diseño relevantes al cálculo llevado a cabo se detallan en la metodología). Es interesante reparar en este dato porque implica rendimientos mayores mediante sistemas de cultivos agroecológicos y multifacéticos, tratándose de un parque urbano con alta densidad de masa vegetal arbórea y no arbórea, donde de manera complementaria a la multitud de usos y funciones que podrían derivarse de él, se cultivan hortalizas en las faldas de los árboles.

De la misma manera es importante destacar que los datos de rendimientos usados se corresponden con sistemas de cultivo en su mayoría intensivos y convencionales - dado que las producciones ecológicas aún son minoritarias, menos del 10% de la superficie estatal (MAPA, 2019b) – pudiendo ser que los resultados estén sobre estimando la producción.

Si analizamos los resultados productivos actuales que existen del BUPA, se observa una producción 400% menor que la estimada. Este dato no se considera representativo y era esperado, dado que el desarrollo del cultivo hortícola no se hizo según el diseño previo, el cual se ha usado para hacer el estudio, al no contarse con personal adecuado para implementación de diseño y labores de cultivo.

Por todo lo anterior, se considera de gran importancia el registro de producciones próximas, a fin de obtener datos reales de años completos de cosecha que puedan servir de referencia con el objetivo de valorar estos sistemas a nivel económico, ambiental y social.

- Resultados económicos

En cuanto a los datos económicos, reflejan la realidad del panorama actual del sector agrícola en general, así como nos muestra la solución. El agricultor es quien menos percibe de la venta de verduras, en torno a 6 veces menos con respecto al precio de venta medio ecológico y 4 veces menos respecto al convencional medio, siendo los intermediarios quienes generan esta diferencia. Las cadenas cortas de consumo y comercialización resultarían una solución drástica a este desfase. El hecho de que el BUPA se encuentre en zona urbana y tenga no muy lejos el mercado del agricultor, evidencian el potencial que existe en sistemas similares, basados en los principios agroecológicos, añadiendo el factor agroforestal: producción local, venta directa, condiciones laborales dignas y sumidero de carbono, entre otros, serían el resultado de una buena gestión de un sistema así.

7.2.2. Estudio productivo de frutales

De las 95 especies con aprovechamiento alimenticio, solo 41 están incluidas del estudio. 54 están excluidas, y de ellas al menos 29 tienen actualmente valor comercial.

- Producción

El rendimiento total anual del BUPA a partir del 8 año desde la plantación del bosque se estima en 58.903,72 Kg/ha. En el caso de cultivos convencionales los rendimientos medios de 2018 para la provincia de Santa Cruz de Tenerife son de 43.919Kg/ha, 13.914 Kg/ha y 5.396 Kg/ha, para plátano, manzano y aguacate (MAPA, 2019a). Si se cumplen los datos estimados, el BUPA tendría mayores rendimientos que la platanera y mucho mayores para el resto de cultivos con rendimientos menores.

Estas conclusiones no arrojan datos reales acerca de la producción esperada, siendo posible que existan mermas de individuos, especies que produzcan menor cantidad o incluso no produzcan, como es el caso esperado de los cerezos, por ejemplo, cuya ausencia de horas de frío necesarias para esta especie se espera que impidan una floración y fructificación correctas. Además los datos de rendimiento responden a cultivos convencionales de diversas fuentes, pudiendo estar sobre estimando el resultado. Por otro lado, las particularidades del sistema pueden dar lugar a resultados inesperados, habiéndose observado actualmente ya producciones de papaya y plátano con rendimientos superiores a la media provincial.

En conclusión, tomar el dato obtenido como referencia puede resultar útil para valorar producciones futuras, comparando excesos o defectos con respecto a cultivos convencionales, entre otros, pero no puede ser tomado como una predicción exacta, dado que no parte de fuentes referentes a sistemas productivos similares.

- Resultados económicos

En consecuencia los resultados económicos obtenidos también son orientativos, a lo que es necesario añadir que son resultado de la media de los precios en ecológico y en convencional, o en caso contrario, el precio fijado por Mercatenerife, no siendo homogénea la fuente bibliográfica de la que fueron obtenidos los datos para su cálculo.

Por ello, han de ser tomados igualmente como referencia para futuros estudios que se basen en la realidad productiva e incluso en los precios de venta reales, en caso de ser comercializada la producción.

7.2.3. Estudio prospectivo

7.2.4. Generales

Los datos productivos obtenidos son considerablemente elevados si se comparan con sistemas convencionales o ecológicos. Es evidente que en caso de cumplirse las expectativas quedaría por

estudiar la inversión económica llevada a cabo, pero sobre todo la inversión en insumos, para valorar la sostenibilidad ambiental y la capacidad del propio sistema para regularse.

Es necesario destacar que durante la experiencia en el transcurso de la creación del BUPA, llamó la atención la rapidez de crecimiento y desarrollo de la mayoría de las especies, hecho que se relaciona con el sistema de acolchado, la protección frente al exceso de insolación y sequedad del clima propio de la zona, y con la asociación de especies. Sería interesante el estudio detallado en un futuro de las tasas de crecimiento y temporalidad de los ciclos productivos, que arrojasen datos acerca de la impresiones preliminares.

Igualmente, dada la ausencia de estudios que proporcionen datos acerca de las producciones por especie e individuo en sistemas de este tipo y en esta localización, sería interesante el estudio productivo de otros elementos como las especies aromáticas, madereras, forrajeras u ornamentales entre otras, dado que forman parte del carácter implícito del proyecto, un bosque productivo, no solo de alimentos.

El estudio de rentabilidad económica a pesar de estar alejado de la idiosincrasia de un proyecto así, donde los servicios ecosistémicos aportados pueden llegar a ser incalculables o traducidos a los conceptos de la economía clásica, sigue siendo interesante tanto y cuanto es el idioma actual de la sociedad económica y política en la que se desarrolla el mismo. Para ello sería imprescindible valorar las horas de trabajo de personal necesarias y el uso de insumos, en concreto agua y materia orgánica. Los resultados de este estudio cumplen con el objetivo preliminar, deducir el fuerte potencial productivo que a veces queda ensombrecido por el romanticismo, el folclore y la propaganda política que envuelven al proyecto, así como la desconfianza y la falta de perspectiva largoplacista.

7.3. Diversidad biológica y ecológica

7.3.1. Estado de biodiversidad flora

- Los resultados obtenidos muestran una gran diversidad dada la alta riqueza específica (más de 430 especies distintas), equidad dentro de la población, dado que el índice de Shannon-Weiner obtenido es mayor que 5 (5,49, siendo lo normal para ecosistemas naturales valores entre 0-5, siendo valores mayores de 3 considerados altos) (Marlès, 2016) y ausencia de dominancia de especie, con un Índice de Shannon muy alejado del 1 (0,0067) dentro del BUPA.
- Comparación:
 - Como referencia índices para bosques tropicales, siendo estos los complejos biológicos más diversos de la biosfera (Melo et al, 2003), se toman los datos extraídos de un estudio de diversidad florística llevado a cabo en un bosque secundario restaurado (cambio de uso

de suelo de ganadería a bosque tropical húmedo secundario) ubicado en el Jardín Botánico del Pacífico a partir de muestras de tres edades distintas (12, 30 y 40 años), (Torres et al. 2016).

- La comparación se ha realizado a partir de índices de diversidad de un ecosistema tropical húmedo restaurado, dado que son considerados los complejos biológicos más diversos de la biosfera (Melo et al, 2003) y se corresponden con bosques no clímax, haciéndolos más cercanos al caso de estudio. Esta muestra una gran diversidad respecto a los índices de referencia, mostrando un claro valor en cuanto a biodiversidad de flora se supone, del BUPA.
- Biodiversidad por portes:
 - En general se observan valores de diversidad mayores para árboles de porte bajo, y sobre todo para arbustos y herbáceas.
 - Los índices de diversidad en palmeras emergentes y especies acuáticas es muy bajo.

7.3.2. Estado de biodiversidad aves

- La riqueza de especie máxima observada en la bibliografía consultada para Tenerife en ecosistemas similares (Visor GRAFCAM), (Carrascal y Palomino, 2005) es de 11, siendo muy superior la encontrada en el BUPA, teniendo en cuenta que dos de las especies observadas son exóticas, aunque sin haberse registrado comportamiento invasor preocupante a pesar de haber registrado para ambas reproducción.
- Los resultados obtenidos sobre equidad y abundancia indican que no existe dominancia y que sí existe equidad dentro de la población, habiendo obtenido valores incluso por encima de los datos de referencia. Sin embargo se observa abundancia proporcional con respecto a la muestra, de cuatro especies concretas muy por encima de las demás. Los resultados evidencian una mayor diversidad dentro del BUPA que fuera del mismo.
- En el estudio de diversidad por familias de aves los índices obtenidos son muy bajos, indicando baja diversidad de familias, poca equidad en cuanto a su representación dentro de la muestra y fuerte dominancia de una de ellas, en concreto de passeriformes. Igualmente los resultados evidencian una mayor diversidad dentro del BUPA que fuera del mismo.

El bajo número de muestreos da lugar a que los resultados estén muy subestimados, dado el pequeño tamaño de la muestra. Es probable que el incremento de muestreos diera incrementos en todos los parámetros de biodiversidad, que en mi opinión no salvaría la dominancia de passeriformes, cuyos resultados muestran una evidente predominancia en el ecosistema.

Con respecto a la equidad y uniformidad de las comunidades, los datos consultados en la bibliografía, parecen evidenciar que para el caso de la isla de Tenerife existe una distribución desigual, característica de la diversidad de las comunidades de aves de los ecosistemas de la isla.

Partiendo de las comparaciones llevadas a cabo tanto con respecto a punto de observación externo al parque como para la consultada en la bibliografía, puede afirmarse que el parque es ya un área de gran riqueza y diversidad de aves, y dado que ello es un indicador de calidad ambiental, refleja la beneficiosa aportación de un ecosistema como el BUPA en un área urbana, siendo un posible lugar de refugio, alimento y multiplicación tanto de aves urbanas como naturales.

7.3.3. Índice de funcionalidad de un ecosistema

El alto valor obtenido en el índice de funcionalidad es coherente con los datos acerca de la biodiversidad de aves obtenido en el estudio anterior. La capacidad del BUPA como receptor de gran diversidad de aves se ve reflejado los resultados.

Los jardines a pesar de poder ser áreas con gran diversidad no suelen ser funcionales al no presentar niveles elevados de interacción entre sus elementos, no conformando ecosistemas, (AGÈNCIA D'ECOLOGÍA URBANA DE BARCELONA, 2010a). El potencial del BUPA reside en diseño orientado hacia la interacción de los elementos, potenciando relaciones complejas que, unió a la cercanía con zonas naturales, aún estando integrado en núcleo urbano, permite una conexión entre estas y el ecosistema creado, diferenciándose de los jardines convencionales en que constituyen un sistema funcional con capacidad de preservar y potencial la biodiversidad local, a la vez que ofrece un espacio de uso y disfrute a la ciudadanía.

8. CONCLUSIÓN GENERAL

Dados los resultados, se concluye que el BUPA provee y tiene el potencial de proveer diversos servicios ecosistémicos, entendidos estos como los beneficios que aportan los distintos elementos vivos que interaccionan entre sí y con sus entorno, proporcionando beneficios o servicios a la sociedad y al medio, haciendo posible la vida humana en el planeta (FAO, sin fecha,a).

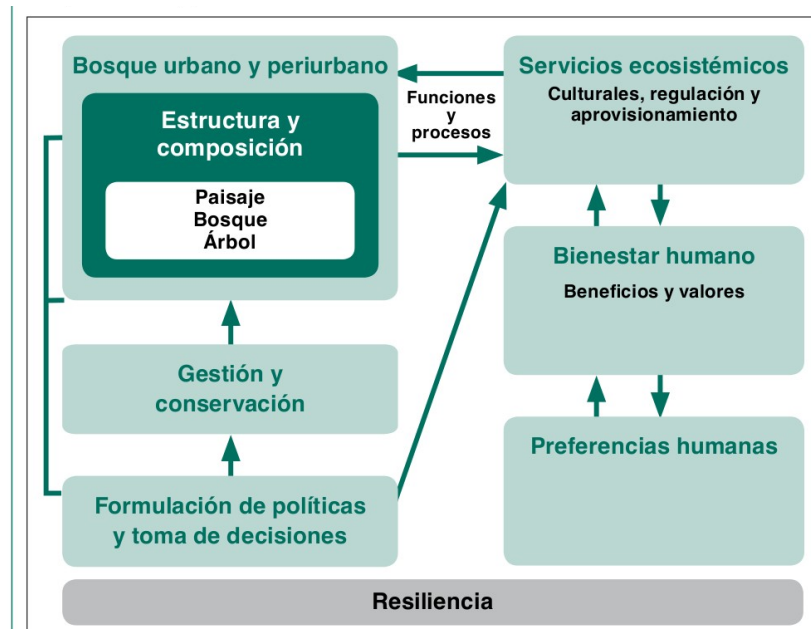


Figura 42. Marco para los servicios ecosistémicos que prestan los bosques periurbanos y urbanos (Dobbs et al. 2018)

8.1. Servicios ecosistémicos de abastecimiento

Dado que los resultados no responden a la producción real, sino a la potencial, solo puede decirse que potencialmente el sistema creado es teóricamente capaz de producir mayor cantidad de elementos con menor incorporación de *inputs*. La excepción en este caso la representa el agua, dados los consumos registrados, sin embargo el descenso de gasto por unidad de superficie a lo largo del desarrollo del sistema reflejan la efectividad del diseño en cuanto al manejo del agua de manera más eficiente.

Así pues partir de los resultados del estudio descriptivo y productivo se espera que el BUPA a lo largo de maduración y desarrollo ofrezca servicios de abastecimiento, proporcionando alimentos, materias primas, recursos medicinales y otros elementos, de manera más eficiente que los sistemas

productivos convencionales por unidad de superficie; protegiendo el suelo, la vida que este contiene y por tanto la fertilidad; reduciendo la huella de carbono, capturándolo en el suelo a través de la incorporación de materia orgánica y a través de las especies vegetales que forman parte del sistema y no usando combustibles fósiles en su mantenimiento. Todo ello puede explicarse por:

- Diseño basado en potenciar los procesos ecosistémicos: asociación de cultivos por función productiva y ecosistémica .

La mayor eficiencia del sistema responde en general al diseño creado a partir de analogías naturales, de manera que aprovecha de manera más eficaz los recursos disponibles necesitando menor cantidad de *inputs*, dado el ahorro de trabajo que es realizado por los procesos ecológicos, posibles gracias a la biodiversidad presente en el sistema. (Altieri y Nicholls, 1994). Las asociaciones, el intercalado y la diversidad de especies permite fenologías y oferta variada y perenne de atracción a distintas especies, que contribuyen a la estabilidad y resiliencia del sistema.

- Agroforestería

La incorporación de los árboles dentro del sistema asociados al resto de especies aporta múltiples beneficios: incremento de materia orgánica en el suelo; aumento de la fracción cíclica de nutrientes y reducción de pérdidas por lavado, con consecuente mejor utilización de los mismos por los distintos elementos del sistema; fijación y movilización de nutrientes gracias a bacterias solubilizadoras de minerales, a las micorrizas que forman sus raíces y al acceso a niveles de mayor profundidad en el suelo. En definitiva la incorporación de árboles en el sistema incrementa la eficiencia de uso de nutrientes por este, además de incrementar la eficiencia del uso del agua y la protección del suelo (Coello, 2019; Farrel y Altieri 1987). La productividad global de los sistemas agroforestales suele ser un 20-40% superior al de las producciones agrícola y forestal por separado (Coello y Moré, 2019).

- Alta densidad de plantación y rotación.

La sombra producida por el dosel y los estratos superiores y la alta densidad de cultivos ayuda a inhibir y limitar la extensión de adventicias no deseables, reduciendo la competencia con estas (Altieri, 1984). La sucesión temporal y espacial de los cultivos permite un mayor rendimiento por uso más eficiente del espacio y los factores ambientales como la luz (Liebman, 1987). Las rotaciones puedes eliminar insectos, malezas y enfermedades quebrando el ciclo de estas (Altieri, 1984).

- Policultivo. Diversidad de especies vegetales productivas y asociaciones con especies acompañantes movilizadoras y leguminosas.

El rendimiento total por unidad de superficie en policultivos suele ser mayor que en monocultivo, presentando LER mayores (Índice Equivalente del uso de la tierra); las combinaciones de cultivos presentan una utilización más eficaz de los recursos ambientales y nutrientes; la inclusión de especies leguminosas en el policultivo incrementa la disponibilidad de nitrógeno para los cultivos asociados; las plagas y enfermedades son limitadas espacialmente al intercalar cultivos de especies diferentes

(Altieri, 1987). La biodiversidad asociada a policultivos ofrece estabilidad y resiliencia, tanto económica al no depender de un único cultivo como de estabilidad del agrosistema.

- Ausencia de *inputs* químicos. Fertilización mediante materia orgánica y ausencia de plagas.

La ausencia de plaga con impacto real en el sistema se relaciona con la ausencia de fertilizantes químicos y la incorporación de grandes cantidades de materia orgánica como método de fertilización del sistema. De esta manera el uso de fertilizantes químicos está relacionado con el incremento de daño de insectos fitófagos a los cultivos (Scriber, 1984; Altieri y Nicholls, 2009). Por el contrario la ausencia de fertilizantes químicos y el uso de fertilizantes orgánicos hace menos propensos a los cultivos de padecer plagas y enfermedades (Altieri y Nicholls, 2003).

- Suelo permanentemente cubierto con materia orgánica.

La incorporación de materia orgánica y la ausencia de N y P químicos contribuye con la biodiversidad del suelo, permitiendo el desarrollo de bacterias del género *Rhizobium* (fijadoras de nitrógeno aéreo) y hongos formadores de micorrizas, viéndose afectadas negativamente por estos elementos respectivamente, (Porcuna, 2020), estos últimos especializados en establecer simbiosis con las raíces de las plantas (micorrizas), mejorando el crecimiento, la nutrición, las relaciones hídricas y la salud de las plantas, fortaleciendo a nivel local y sistémico a las plantas frente al daño de patógenos entre otras estrategias (Jaizme, 2020). En este sentido, es conocido el efecto que sobre la biodiversidad del suelo tiene la mayor presencia de materia orgánica (Tello, 2020).

Igualmente esta circunstancia se ha relacionado con la presencia de gran diversidad del sistema, evidenciada por los resultados obtenidos en el estudio, tanto en lo que respecta a aves como a flora, que repercute e implica mayor diversidad en estratos tróficos inferiores, tanto a nivel aéreo como terrestre. La presencia de biodiversidad tiene un papel fundamental en la regulación de la abundancia de organismos indeseables, además, a través de un diseño adecuado, puede presentar una estrategia activa de lucha frente a plagas, a través de la atracción de depredadores y parasitoides (Altieri y Nicholls, 2009).

- Cultivo mediante método de no labranza.

El método de no labranza combinado con la alta densidad permite obtener los beneficios de esta técnica de cultivo sin los perjuicios que se derivan del control de plantas adventicias. La no labranza en suelos bien drenados permite iguales o mayores rendimientos que en métodos convencionales, dado que la labranza del suelo implica mayor degradación y pérdida de suelo, uso de combustibles fósiles, mayor inversión en maquinaria y mano de obra (Lacasta y Meco, 2020). Por el contrario la no labranza permite iguales tasas productivas con precio de coste final menor, a la vez que se incrementa la materia orgánica en el suelo, protege el micelio de los hongos micorrízicos potenciando su desarrollo, protege y potencia la presencia de mayor biodiversidad, y en consecuencia mejorando la

estructura del mismo permitiendo mayor disponibilidad de nutrientes (Porcuna, 2020; Jaizme, 2020; Tello, 2020; Farrell y Altieri, 1987).

8.2. Servicios ecosistémicos de apoyo

Los resultados confirman que el BUPA es proveedor de servicios ecosistémicos de apoyo, proporcionando soporte vital a la conservación de especies de plantas y animales, siendo un ecosistema funcional que ofrece diversidad de hábitats adecuadas para estos en mitad de una zona urbana, como muestra el índice de funcionalidad de parques urbanos calculado. Esto se ve reflejado en los resultados de diversidad de aves donde el BUPA, a pesar de la pequeña muestra estudiada, presenta mayores índices de diversidad de aves que las zonas adyacentes (con índices muy bajos) y que los ecosistemas similares de la zona (zonas urbanas y zonas de tabaibal-cardonal del sur de Tenerife y de campos de cultivo). Esta biodiversidad está representada fundamentalmente por especies de aves urbanas, periurbanas, cosmopolitas y de campos de cultivo, frecuentes en hábitats de bosques, bosques abiertos, estepas y zonas costeras. Los resultados se explican, entre otros motivos porque:

- La abundancia de aves está estrechamente relacionada con la riqueza específica de vegetales, siendo especialmente importante la presencia de árboles, por ofrecer posadero, lugar de nidificación y mayor cantidad de alimento (Angulo et al. 2017).
- La gran densidad y cobertura de árboles, la presencia de amplia cobertura arbustiva, presencia de núcleos con agua permanente y la cercanía a espacios naturales entre otros, son factores influyen directamente en la funcionalidad del ecosistema en cuanto a capacidad para atraer y alojar aves. (AGÈNCIA D'ECOLOGIA URBANA DE BARCELONA, 2010a)
- La diversidad de aves, como especie bioindicadora con posición superior en la cadena trófica, implica diversidad a escalas inferiores dentro del ecosistema de estudio (Carranza et al. 2018).
- La existencia de diversidad de hábitats que muestra el estudio descriptivo, se relaciona igualmente con distintos biotopos asociados (Boada y Capdevilla, 2000). El BUPA presentan los tres mundos (gris, verde y azul), implicando la potencialidad de presentar las especies características asociadas a los respectivos biotopos.

8.3. Servicios ecosistémicos de regulación

El presente estudio no ha abarcado la valoración de la mayoría de los servicios de regulación que aporta el sistema en cuanto a la moderación del clima local, el incremento de la calidad del aire, el secuestro y almacén de carbono y la moderación de fenómenos extremos, entre otros, sin embargo la biografía es amplia en cuanto a la vinculación de espacios forestales urbanos con la provisión de estos

servicios (FAO, 2016; Dwyer et al. 1992; Priego, 2002; Márquez, 1991; Borelli et al. 2018; Calaza et al 2018; Cariñanos et al 2018; Dobbs et al 2018; Nowak et al 2018; Calaza et al 2018).

Con respecto a la capacidad de absorción de carbono sí es un dato a destacar que en el sistema han sido incorporadas grandes cantidades de restos vegetales de poda urbana, así como compost y biotriturado, lo que implica la incorporación y posible fijación de grandes cantidades de carbono en el suelo. El suelo es uno de los principales sumideros de carbono mundiales, pero en función de las particularidades del suelo, este puede actuar como receptor o emisor. Así la capacidad del suelo para almacenar nutrientes, retener la humedad, mitigar la producción de gases de efecto invernadero, resistir la degradación física, química y biológica y ser productivo depende de la calidad y cantidad de materia orgánica presente en el suelo. Los suelos vivos y biodiversos tienen mayor capacidad de almacenar y carbono (Labrador, 2020). Igualmente un mayor incremento de materia orgánica en el suelo está asociado a la agricultura de conservación, labranza mínima o cero y el uso de una cobertura vegetal continua viva o muerta (restos vegetales) (Hernández, 2014; FAO, 2002), todas ellas prácticas usadas en el BUPA, Todo ello puede hacer pensar al menos de manera intuitiva, que el suelo del BUPA es más que probable que actúe como sumidero de carbono.

En cuanto a la retención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo, dado el diseño del sistema de estudio, puede afirmarse que este provee de este servicio, dada la modificación del relieve del mismo llevada a cabo con este objetivo y el papel que ejercen los sistemas agroforestales desarrollados a través de métodos de no labranza y con suelo cubierto permanente en cuanto a la protección frente a la erosión y a la conservación y potenciación de la fertilidad (Altieri, 1987; Careaga, 2007; Farrel et al. 1987).

Los servicios que sí han podido evaluarse son:

- Control biológico de plagas. Dados los registros que muestran ausencia de plagas notorias y evidencia de presencia de enemigos naturales, puede concluirse que el sistema potencia y desarrolla mecanismos de control biológico de plagas, lo cual podría responder a:
 - La existencia de gran biodiversidad en el sistema, apoyada por los resultados obtenidos respecto a la biodiversidad de aves y flora, así como al elevado índice de funcionalidad ecosistémica, se relaciona con la biodiversidad general del sistema (Carranza et al. 2018).
 - Es un sistema agroforestal, el cual contribuye, de nuevo, al incremento de biodiversidad, generación de microclimas, protección en el suelo e incremento de materia orgánica (Farrel et al. 1987), todo ello (y el punto anterior) está relacionado con el incremento de la abundancia y eficacia de enemigos naturales, así como con el control y regulación de plagas (Altieri y Nicholls, 1994).
 - La superficie de cultivo y los pasillos están completamente cubiertos bien por cultivos o por restos vegetales, permitiendo el refugio de depredadores y parásitos benéficos (Altieri,

- 1987). La manipulación respetuosa del suelo, siendo este el hábitat de depredadores generalistas (con potencial de control de plagas más duraderos y permanente), es un método de control biológico de conservación (Porcuna, 2020), independiente de insumos.
- La ausencia de uso de fertilizantes químicos y herbicidas. Ausencia más allá de focos puntuales, de insecticidas y/o fungicidas. El uso de todos ellos, empleados en prácticas productivas convencionales, reducen o eliminan la presencia de enemigos naturales, reduciendo efectividad de estos en el control biológico de plagas (Scriber, 1984; Altieri y Nicholls, 2009).
 - Regulación de flujos de agua, a través de un uso eficiente del agua. El estudio arroja datos acerca del incremento de la eficiencia de su uso a medida que se iba desarrollando el sistema, reduciendo el gasto por unidad de superficie. Esto puede atribuirse al diseño y manejo del sistema, en concreto:
 - El papel potencial de los árboles. Los estratos altos, en función de las características y estructura de los individuos que lo conforman: influyen en la disminución de la radiación solar reduciendo pérdidas por evaporación y protegiendo la materia orgánica y vida del suelo mejorando la estructura y funcionalidad del mismo, pueden recoger el vapor del agua del aire, incrementan la materia orgánica del suelo (por su follaje) aumentando la capacidad de filtración y absorción del agua, reduciendo la escorrentía, reteniendo la humedad del suelo y permitiendo su disponibilidad durante más tiempo, a su vez, relacionado con la exposición solar y el incremento de humedad en el suelo, reducen y moderan la temperatura del mismo (Farrel, 1987).
 - La asociación en función del estrato espacial que ocupan las distintas especies, da lugar a la distribución de raíces a distintas profundidades, accediendo y aprovechando más eficientemente el agua por unidad de superficie.
 - Alta densidad de cultivo y acolchado del suelo. La cubierta de la totalidad de la superficie de la zona de cultivo, tanto por cubiertas vegetales en las zonas de cultivo, como por restos vegetales en pasillos, mejoran la estructura del suelo y la infiltración de agua mediante la adición de materia orgánica y raíces, incrementando la aireación del suelo y la cantidad de agregados estables del agua; previenen pérdidas de agua por escorrentía, modifica el microclima y la temperatura evitando la insolación, reduciendo la humedad del suelo en verano y disminuyen la competencia con especies espontáneas no productivas (Altieri, 1987), aumentando la disponibilidad en cantidad y tiempo del agua.
 - La configuración del relieve, con bancales elevados llenos de materia orgánica así como las zanjas de retención de agua de zonas con pendientes incrementan captación, filtración

y almacén de agua de lluvia así como evitan las pérdidas por escorrentías (Careaga, 2007; Van Veenhuizen, 2000).

- El sistema de no labranza permite la conservación de la humedad, al mantener la cubierta del suelo protegiéndolo de la radiación solar e incrementando la aireación del mismo al tiempo que se protege la microbiología y la fracción de materia orgánica del suelo (Altieri, 1987).

8.4. Servicios ecosistémicos culturales

En cuanto a los servicios ecosistémicos culturales no se ha llevado a cabo un estudio que permitiera cuantificarlos con respecto al BUPA. Por otro lado tanto la bibliografía consultada, como la localización del sistema, en un núcleo urbano, y los objetivos del proyecto (Diario de Avisos, 2019) unidos a la particularidad del municipio en el que se encuentra el bosque, hacen que se prevea una provisión en cuanto a cultura, estética, bienestar y salud, actividades de recreo, bien turístico, incremento de sentimiento de pertenencia, entre otros, por parte del sistema.

En este sentido existen evidencia científica acerca del bienestar que aportan los bosques urbanos y periurbanos en América del Norte y del Sur y en Europa (Dobbs et al. 2017). Diveros estudios muestran que los bosques urbanos y periurbanos prestan servicios culturales, a nivel local e incluso mundial, que incluyen patrimonio natural, recreación, estética, intercambio de conocimientos y sentido de pertenencia (Dobbs et al. 2011). En concreto, un estudio llevado a cabo en 80 barrios de 4 ciudades de Holanda relacionó la mayor cantidad y calidad de paisaje verde urbano con efectos positivos sobre la salud de las personas, que fueron reflejados en un incremento de actividad física, descenso de estrés e incremento de cohesión social (de Vries et al. 2013).

9. DISCUSIÓN

El estudio parte de varios inconvenientes. En primer lugar se trata de un sistema recién creado, por lo que no ha sido posible registrar datos que respondan a la madurez del mismo, momento en el cual ya sería posible obtener datos que respondiesen a un escenario más estable y permanente, y en consecuencia más cercano a la realidad. En este sentido los datos responden a una fase temporal corta, muy cambiante y concreta, al momento de implantación, momento a la vez más precario del sistema y en el que es difícil observar los beneficios de los procesos ecológicos, los cuales son desarrollados con el avance y evolución del sistema. En los sistemas agroecológicos desarrollados en tierras degradadas, hasta después de 3 o 4 años de implantación del sistema no se vuelven aparentes los cambios en las propiedades del suelo (Nicholls et al. 2015) de manera que la eficiencia del mismo es posible que no sea observada hasta que no transcurra tiempo desde su implantación. De esta manera no se han podido observar cuan de efectivo ha sido el diseño en cuanto al uso eficiente del agua, que se espera se incremente a medida que el sistema madure y se estabilice, o no han podido valorarse cambios en las características del suelo, dado el corto periodo de estudio, entre otros.

En segundo lugar, la escasez de proyectos similares ha limitado la disponibilidad bibliográfica, muy frecuente para consultas sobre agroecología, arbolado, parques urbanos en grandes ciudades o sistemas forestales, pero apenas existente sobre espacios forestales, agroecológicos en parques urbanos.

Por último, dado lo mencionado al inicio, no ha sido posible hacer cálculos productivos partiendo de datos reales. Por este motivo el cálculo ha sido estimado a partir de datos obtenidos de sistemas productivos convencionales y a veces han sido adquiridos de fuentes muy diversas, lo que implica que los resultados puedan estar muy alejados de la realidad productiva del BUPA.

Sin embargo, por otro lado, dada la rigurosa base de datos de la que se disponía de las especies vegetales presentes e incluidas y dada la relación que se ha tenido con el sistema durante su implantación y desarrollo en sus primeros 12 meses, si ha sido posible hacer una descripción detallada del mismo así como un riguroso estudio en lo referente a especies vegetales. Incluso, el estudio de biodiversidad de aves, a pesar de la pequeña muestra, ha podido ofrecer datos reales acerca del mínimo de biodiversidad presente en el BUPA actualmente.

A pesar de los inconvenientes, se considera que este estudio preliminar era y es necesario si se desea evaluar y valorar la evolución del mismo posteriormente, con el objetivo de obtener datos de partida que permitan disponer de puntos de referencia para próximos trabajos. Ello permitirá, por un lado determinar de manera más exacta las aportaciones del sistema, y por otro y a partir de lo anterior, orientar el manejo y la conducción del mismo, potenciando procesos interesantes o rectificando aquellos que no estén dando los resultados esperados.

Por último se considera necesario hacer énfasis en que, a pesar de haber elaborado un estudio económico, las aportaciones que un sistema de estas características aporta no pueden ser medidos según los conceptos de la economía clásica. En este sentido, puede ser práctico hacer cálculos monetarios de productividad y gastos de inversión (mano de obra, insumos), para “traducir” al lenguaje común la evidencia de la rentabilidad de un proyecto de estas características, sin embargo este cálculo nada o poco informa acerca de la realidad económica del mismo. La propuesta para evaluar el BUPA económicamente y de manera más precisa y correspondiente con la realidad física y las leyes de la termodinámica que rigen la totalidad de los procesos relacionados con materia y energía, es la economía ecológica, que en palabras de José Manuel Naredo, no implicaría “rechazar o falsar la idea al uso del *sistema económico*, sino de relativizarla conectándola con los otros sistemas que informan sobre aspectos relevantes del proceso económico [...], lo cual nos llevaría a dejar de hablar del sistema económico, en el sentido absoluto que lo hacen los manuales, para razonar más bien sobre una *economía de los sistemas* que ampliaría su objeto de estudio y desplazaría el centro de gravedad de sus preocupaciones, desde el sistema de los valores mercantiles hacia los condicionantes del universo físico e institucional que lo envuelven”. (Las cursivas son del autor) (Naredo, 1994).

10. BIBLIOGRAFÍA

- AGÈNCIA D’ECOLOGIA URBANA DE BARCELONA, 2010a. *Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas*. Disponible en: <https://www.mitma.gob.es/areas-de-actividad/arquitectura-vivienda-y-suelo/urbanismo-y-politica-de-suelo/urbanismo-y-sostenibilidad-urbana/sistema-municipal-de-indicadores-de-sostenibilidad-urbana-y-local>
- AGÈNCIA D’ECOLOGIA URBANA DE BARCELONA, 2010b. *Plan de indicadores de Sostenibilidad Urbana de Vitoria-Gasteiz*. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjw--E7qnzAhVOzhoKHcrLBVAQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.vitoria-gasteiz.org%2Fwb021%2Fhttp%2FcontenidosEstaticos%2Fadjuntos%2Fes%2F89%2F14%2F38914.pdf&usg=AOvVaw1lii4dpWfFYgTeC_gHldv9
- Agenda Götsch, <https://agendagotsch.com/en/>, visto el 10 de octubre 2021.
- ALTIERI M.A. (1987) Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Edición 2018, editorial FIAES, Tenerife. Capítulos 9, 10 y 11, 191-217. 237pp.
- ALTIERI, M. A., & NICHOLLS, C. I. (1994). *Biodiversidad y manejo de plagas en agrosistemas*. Editorial Icaria, 2007, Barcelona.
- ALTIERI, M. A. (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. SARANDON, SJ *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable*. Buenos Aires–La Plata, 49-56. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/324896530_Sarandon_SJ_2002_AGROECOLOGIA_El_camino_hacia_una_agricultura_sustentable_Editor_Ediciones_Cientificas_Americanas_La_Plata_560_pgs_ISBN987-9486-03-X
- ALTIERI, M. A., & NICHOLLS, C. I. (2003). *Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems*. Soil and Tillage Research, 72(2), 203-211.
- ALTIERI, M. A., & NICHOLLS, C. I. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. Asociación española de ecología terrestre. *Ecosistemas* 16 (1): 3-12. Enero 2007.
- ANGULO P. ET AL. (2017). *Ecología urbana de aves: relación de las plantas, clima y ruido con la biodiversidad de aves en la ciudad de Iquitos*, Perú. *Folia Amazónica*. 26. 121-138.
- Ayuntamiento de Adeje, Patrimonio. Las Nieves <https://www.adeje.es/alcaldia/arte-en-la-calle/1102-las-nieves>
- Ayuntamiento de Adeje, Padrón y estadística <https://www.adeje.es/padron/evolucion-de-la-poblacion>
- Ayuntamiento de Adeje, (2021). Fotos aéreas tomadas con dron y planos elaborados en para el proyecto del BUPA. Inéditas.
- BALERDI, C. F., RAFIE, R., & CRANE, J. (2006). *Jaboticaba (Myrciaria cauliflora, berg.) a delicious fruit with an excellent market potential*. In *Proc. Fla. State Hort. Soc* (Vol. 119, pp. 66-68).
- BOADA, M., & CAPDEVILA, L. (2000). *Barcelona : biodiversitat urbana*. (1 ed.).

- BORELLI S. ET AL. (2018). *Los bosques urbanos en el contexto global*. Foro Mundial sobre Bosques Urbanos. Revista internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales, 69, (1) 3-9.
- BRUN, T., REYNAUD, J. Y CHEVASSUS-AGNES, S. (1989). *Food and nutritional impact of one home garden project in Senegal*. Ecology of Food and Nutrition, 23(2): 91–108. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj8gd2ws9rzAhVUB2MBHQhiDGEQFnoECAkQAQ&url=http%3A%2F%2Fhorizon.documentation.ird.fr%2Fexl-doc%2Fpleins_textes%2Fpleins_textes_6%2Fb_fdi_39-40%2F43385.pdf&usg=AOvVaw31TL8pek1XTw5tASD8DaDZ
- Cabildo de Tenerife, Sobre la isla de Tenerife. Economía y demografía <https://www.tenerife.es/portalcabtfe/es/descubre-tenerife/sobre-la-isla-de-tenerife/economia-y-demografia>
- CÁCERES-HERNÁNDEZ ET AL. (2018), *Tomate canario de exportación: una evaluación de costes*. ITEA (2018) Vol. 114 (3), 280-302.
- CALAZA, P. (2018), *Crear paisajes urbanos e infraestructuras verdes*. Foro Mundial sobre Bosques Urbanos. Revista internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales, 69, (1) 11-21.
- CAMACHO F. F., El cultivo del tomate bajo invernadero, Ponencia. Departamento de producción vegetal Universidad de Almería
- CASTRO J. ET AL. (2018). *Ciudades inclusivas y sostenibles con bosques urbanos “Comestibles”* Foro Mundial sobre Bosques Urbanos. Revista internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales, 69, (1) 59-65.
- CAREAGA R.J., ET AL. (2007). *Captación del agua de lluvia y retención de suelo en zona semi-árida en el estado de Puebla*. Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias, México. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjYgtfuvsXzAhULjhQKHQryBAcQFnoECD0QAQ&url=https%3A%2F%2Frlac.buap.mx%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2F11%2520%252828%2529-9.pdf&usg=AOvVaw1Tv7a54V_bG_2gDeh9WYNV
- CARIÑANOS, P. ET AL (2018), *El papel de los bosques urbanos y periurbanos para reducir riesgos y gestionar desastres*. Foro Mundial sobre Bosques Urbanos. Revista internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales, 69, (1) 53-58.
- CARRANZA A., C. ET AL. (2018), *Comunidad de aves como indicador de biodiversidad en dehesas*. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi0ndPQ_rbzAhWX3oUKHashDe0QFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.uco.es%2Finvestigacion%2Fproyectos%2Fbiodehesa%2Fwp-content%2Fuploads%2FComunidad_Aves_indicador_biodiversidad.pdf&usg=AOvVaw2s6krmd6PfpPIGG2k1mjjL
- CARRASCAL, L. M. & PALOMINO, D., 2005. *Preferencias de hábitat, densidad y diversidad de las comunidades de aves en Tenerife (Islas Canarias)*. Animal Biodiversity and Conservation, 28.2: 101–119.
- CARRUS G., ET AL, (2015), *Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas*, Landscape and Urban Planning, Volume 134, 2015, Pages 221-228.

- CLIMATE-DATA.ORG. *Clima Adeje (España)*. Visto el 28 de septiembre de 2027. <https://es.climate-data.org/europe/espana/canarias/adeje-26737/#climate-graph>
- COELLO G. J. (2019) *Los Sistemas Agroforestales modernos: ¿Qué son y cuál es su fundamento?* Dossier Tècnic Formació y asesoramiento en el sector alimentario. Nº99 Los sistemas agroforestales. Pp 6-9. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/340538678_Los_sistemas_agroforestales_-_Dosier_Tecnico_99_DARP
- COELLO, J. y MORÉ, E. (2019). *Evaluación técnica, ambiental y económica de los sistemas silvoarables*. Dossier Tècnic Formació y asesoramiento en el sector alimentario. Nº99 Los sistemas agroforestales. Pp 6-9. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/340538678_Los_sistemas_agroforestales_-_Dosier_Tecnico_99_DARP
- CORDERO, P., VANEGAS, S., & HERMIDA, M. A. (2015). *La biodiversidad urbana como síntoma de una ciudad sostenible. Estudio de la zona del Yanuncay en Cuenca, Ecuador*. *Maskana*, 6(1), 107–130.
- DEARBORN, D. C., & KARK, S. (2010). Motivations for conserving urban biodiversity. *Conservation biology : the journal of the Society for Conservation Biology*, 24(2), 432–440. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01328.x>
- DE VRIES SJERP, C. T., EIGENHEER-HUG, S-M., KORPELA, K., MAAS, J., MITCHELL, R., & SCHANTZ, P. (2011). *Contributions of natural environments to physical activity : theory and evidence base*. In K. Nilsson (Ed.), *Forests, Trees and Human Health, Part 3* (pp. 205-243). Springer.
- DE VRIES, S., VAN DILLEN, S.M., GROENEWEGEN, P.P. Y SPREEUWENBERG, P., (2013). *Streetscape greenery and health: stress, social cohesion and physical activity as mediators*. *Social Science and Medicine*, 94: 26–33.
- Diario de Avisos, 2019. Adeje trabaja en la creación de un bosque productivo inédito en el sur. <https://diariodeavisos.elespanol.com/2019/05/adeje-trabaja-en-la-creacion-de-un-bosque-productivo-inedito-en-el-sur/> Consultado el 12 de octubre de 2021.
- DOBBS, C., ESCOBEDO, F. Y ZIPPERER, W. (2011). *A framework for developing urban*. *Unasylva* 250, Vol. 69, 2018/1 Forest ecosystem services and goods indicators. *Landscape and Urban Planning*, 99: 196–206.
- DOBBS, C. (2018). *Beneficios de la silvicultura urbana y periurbana*. Foro Mundial sobre Bosques Urbanos. Revista internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales, 69, (1) 22-29.
- DWYER, JOHN & MCPHERSON, E. & SCHROEDER, HERBERT & ROWNTREE, ROWAN. (1992). *Assessing the benefits and costs of the urban forest*. *J. Arbor.* 18 https://www.researchgate.net/publication/241215157_Assessing_the_benefits_and_costs_of_the_urban_forest
- ENGEMANN, K., PEDERSEN, C.B., ARGE, L., TSIROGIANNIS, C., MORTENSEN, P.B., SVENNING, J-C., (2019). *Residential green space in childhood is associated with lower risk of psychiatric disorders from adolescence into adulthood*. PNAS. Disponible en <https://www.pnas.org/content/116/11/5188>
- FAO, sin fecha(a) <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>

- FAO, sin fecha(b), AQUASTAT. Sistema mundial de información de la FAO sobre el agua en la agricultura.
- FAO (2002), *El cultivo protegido en clima mediterráneo*. Disponible en <http://www.fao.org/3/s8630s/s8630s00.htm>
- FAO (2002) *Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra*. Disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiKprvPtsPzAhULmxQKHx6DCy0QFnoECAUQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2F3%2Fbl001s%2Fbl001s.pdf&usq=AOvVaw0iHcM9NscmlpYrmJob-5NQ>
- FAO (2016). *Directrices para la silvicultura urbana y periurbana*, por Salbitano, F., Borelli, S., Conigliaro, M. y Chen, Y. 2017. Directrices para la silvicultura urbana y periurbana, Estudio FAO: Montes No 178, Roma, FAO.
- FAO (2018) *Transition towards sustainable food and agriculture – an analysis of FAO’s 2018–2019 work plan*. Y *FAO’S Work on Agroecology. A pathway to achieving the SDGs*. Disponibles en <http://www.fao.org/publications/highlights-detail/es/c/1113594/>
- FARRELL G. J. Y ALTIERI M.A. (1987), *Sistemas agroforestales*. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Edición 2018, editorial FIAES, Tenerife. Capítulo 12, 229-243. 237pp.
- GARCÍA C. A., ET AL. 2001. Invasión de viento sahariano y su impacto en la asistencia sanitaria urgente.
- GARCÍA. P.A.M., ET AL, 20120. La actividad agroalimentaria en canarias. Un enfoque de cadena de suministro.
- GARRIDO V.A. (1993). Interpretación de análisis de suelo. *Guía rápida para muestrear los suelos e interpretar sus análisis*. Hojas divulgadoras Núm.5/93 HD Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- GEVIC, Gran Enciclopedia Virtual Islas Canarias. Tenerife. Geografía física. Origen y formación. Visto el 28 de septiembre de 2021. https://www.gevic.net/info/contenidos/mostrar_contenidos.php?idcat=36&idcap=58&idcon=330
- GENDERMAN J.W. Y NICOLSON (1963). Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc* 46 (2): 235-244
- GIMÉNEZ, H., E., Y ALTIERI, M.A., (2013), Agroecología, soberanía alimentaria y la nueva revolución verde
- GONZÁLEZ-GARCÍA, F. 2011. Métodos para contar aves terrestres. Pp. 128-147. En: Gallina, S., y C. López-González (eds.). *Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna Volumen I*. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto Nacional de Ecología, A.C. Querétaro, México. Disponible en <https://studylib.es/doc/5292264/m%C3%A9todos-para-contar-aves-terrestres>
- GOOGLE EARTH, visto en 10 de octubre 2021. <https://www.google.com/intl/es/earth/>
- GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE ECOLOGÍA Y BIOGEOGRAFÍA INSULAR, UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA. (2008). *Los bosques termófilos de Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: Cabildo Insular de Tenerife. Disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwic7sbuiqzAh>

[UPuRoKHRqOCFcQFnoECAQQAQ&url=https%3A%2F%2Fmdc.ulpgc.es%2Futiles%2Fgetfile%2Fcollection%2FMDC%2Fid%2F70621%2Ffilename%2F107451.pdf&usg=AOvVaw0ljwCfJYn6p03hi3_DoEks](https://www.ulpgc.es/futiles/2Fgetfile%2Fcollection%2FMDC%2Fid%2F70621%2Ffilename%2F107451.pdf&usg=AOvVaw0ljwCfJYn6p03hi3_DoEks)

- Gobierno de Canarias, (2021), Informe de seguimiento del impacto económico del Covid-19 en Canarias.
- HERNÁNDEZ J.E., ET AL (2014). Captura de carbono en los suelos. Univeridad Autónoma del Estado de Hidalgo. Boletín Científico PADI, Vol.1 N°2, enero 2014.
- Inforagro, *El cultivo del plátano 1º parte*. https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm Visto el 10 de octubre 2021.
- JAIZME-VEGA, M.C., (2020), *Los hongos micorrícicos, microorganismos estratégicos para la fertilidad del suelo*. Vivificar el suelo, Editores FIAES y SEAE, Tenerife.
- MÁRQUEZ, F. (1991). *Bosque Urbano. Otro modo de entender el arbolado de la ciudad y su paisaje*. Revista Conceptos Universidad Mayor de San Andrés, 496(2), 121-137.
- MARLÈS, M. J., (2016). *Biodiversitat urbana, la ciutat com un ecosistema. El cas de les ciutats de Barcelona i de Valls*. Universidad Autònoma de Barcelona. ICTA.
- MEKONEN, S., 2017. *Birds as biodiversity an environmental indicatos*. Journal of Natural Sciences Research. Vol. 7, N°21 2017, 28-33.
- MELO, O., VARGAS, R., (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué, CO, Universidad de Tolima. 183 p. Disponible en <https://www.yumpu.com/es/document/read/14197807/evaluacion-ecologica-y-silvicultural-de-ecosistemas-boscosos>
- MERCADILLO DE TEGUESTE, *Lista de precios semana 39 2021 de agricultura convencional* <https://mercadillodeteguste.es/precios-productos/> Visto el 27 de septiembre de 2021.
- MERCADILLO DE TEGUESTE, *Lista de precios ecológcios mes de septiembre de 2021* <https://mercadillodeteguste.es/precios-productos/> Visto el 27 de septiembre de 2021.
- MERCATENERIFE, 2021. *Precios diarios*. Disponible en <https://mercatenerife.com/precio-del-dia/> Visto el 5 de octubre 2021.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN, (2019a). *Anuario de estadística 2019. Capítulo 7 Superficies y producciones de cultivos*. Disponible en <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/2019/default.aspx?parte=3&capitulo=07>. Visto el 27 de septiembre de 2021.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2019b), *Avance datos producción eco 2009*. Disponible en <https://www.mapa.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/la-superficie-ecol%C3%B3gica-crece-el-48-en-2019-y-se-sit%C3%BAa-en-235-millones-de-hect%C3%A1reas/tcm:30-541106> Visto el 2 de octubre de 2021
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (1934), *Anuario de estadística agraria 1934. Árboles arbustos y frutales*. Disponible en, https://www.mapa.gob.es/app/publicaciones/rev_index.asp?codrevista=AEA&ejemplarid=32&ano=1934&numero=1934&volumen=&titrev=Anuario+de+Estad%EDstica+Agraria Visto el 2 de octubre de 2021.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN, (2020). *Listado de datos metereológicos diarios*. Santa Cruz de Tenerife, Guía de Isora (TF02). Gobierno de Canarias, Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2021), *Fruta de Hueso Campaña 2021*. Precios medios nacionales 2021 España. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi2kuHwp8rzAhWQMBQKHwx_BooQFnoECDEQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.mapa.gob.es%2Fes%2Fagricultura%2Ftemas%2Fproducciones-agricolas%2Fsectorialfrutadehueso22072021_tcm30-566129.pdf&usg=AOvVaw3oA_ZonLnink2h6qp5Jioh
- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (2020), Acuerdo de Declaración ante la Emergencia Climática y Ambiental en España. Disponible en <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/el-gobierno-declara-la-emergencia-clim%C3%A1tica-tcm:30-506550>
- MIYAWAKI, A. *Restoration of living environment based on vegetation ecology: Theory and practice*. *Ecol Res* **19**, 83–90 (2004). Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1111/j.1440-1703.2003.00606.x#citeas>
- MOLINA-PRIETO, L. F., & VARGAS-GÓMEZ, O. (2013). *Gestión estratégica de la arborización urbana: beneficios ecológicos, ambientales y económicos a nivel local y global (urban tree Planting management strategies: ecological, environmental and economic benefits at the global and local levels)*. *Revista Soluciones De Postgrado*, 5(9), 39–61. Recuperado a partir de <https://revistas.eia.edu.co/index.php/SDP/article/view/361>
- MORATIEL Y. R. (2017). *Investigación de los indicadores de calidad de las aguas procedentes de desaladoras y de sus mezclas para uso de las mismas en el riego de diversos cultivos. Aspectos ambientales y de seguridad productiva y alimentaria*.
- MORENO, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372002000100016
- NAREDO, J.M., (1994). *Fundamentos de la economía ecológica*. De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica. Federico Aguilera y Vicent Alcántara. Barcelona: ICARIA: FUHEM, 1994. 408 pp (Economía crítica; 10). Edición electrónica revisada, 2011. Disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwidqIDfpcXzAhUFahQKHQeYCCwQFnoECAYQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.fuhem.es%2Fmedia%2Fecosocial%2FFile%2FActualidad%2F2011%2FAguilera-Alcantara.pdf&usg=AOvVaw3U9ZUAZbpNmgfyhFOVpGAb>
- NICHOLLS, C. I., ALTIERI, M. A., & VÁZQUEZ, L. L. (2017). *Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas*. *Agroecología*, 10(1), 61–72. Disponible en <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300741>
- NIGH, RONALD Y FORD, ANABEL, (2015) *El Jardín Forestal Maya: ocho milenios de cultivo sostenible de los bosques tropicales*. Editorial Fray Bartolomé de las Casas, México, 2019. 283 pp.
- NOWAK, D.J., (2018), *Mejorar los bosques urbanos a través de la evaluación, la modelización y el seguimiento*. Foro Mundial sobre Bosques Urbanos. *Revista internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales*, 69, (1) 30-36
- NUEZ, Y. J. S., Y REDONDO Z. M., (2008), *La balanza agroalimentaria de Canarias*. Disponible en

<https://www.researchgate.net/publication/28253239> La balanza agroalimentaria de Canarias

- NOWAK J.D., DANIEL E. CRANE, JACK C. STEVENS, (2006). *Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States*, Urban Forestry & Urban Greening, Volume 4, Issues 3–4, 2006, Pages 115-123.
- LABRADOR M.J. (2020). El papel de la vida en el suelo, en la generación, protección y estabilización de la materia orgánica. Vivificar el suelo, Editores FIAES y SEAE, Tenerife.
- LACASTA D.C.M., MECO M.R. (2020). La gestión de la vida en suelos de cultivo del secano Mediterráneo. Vivificar el suelo, Editores FIAES y SEAE, Tenerife.
- LIEBMAN M. (1987). *Sistemas de policultivos*. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Edición 2018, editorial FIAES, Tenerife. Capítulo 9, 191-202. 237pp.
- ONU, (2018). Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo. Noticias Naciones Unidas. Disponible en <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html> Visto el 7 de octubre 2021.
- ONU, (2021). *Making Peace With Nature. A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- PRIEGO GONZALEZ DE CANALES, C. (2002). *Beneficios del arbolado urbano*.
- PORCUNA, C. J. L., (2020). *El suelo componente esencial de la salud de los agrosistemas. Funcionalidad como filtro biológico*. Vivificar el suelo, Editores FIAES y SEAE, Tenerife.
- Red Internacional de Forestería Análoga, <https://www.analogforestry.org/analog-forestry-as-an-alternative-for-rural-development-and-environmental-conservation/?lang=es>. Visto el 10 de octubre de 2021.
- REBOLLEDO ET AL. (2006). *Rendimiento y calidad de fruto de cultivares de piña en densidades de plantación*. Revista Fitotecnia Mexicana.
- RITTER A., MACHÍN N., Y REGALADO M. C., (2009), *Nuevas tecnologías para riego sostenible en platanera*. ICIA. Canarias Agraria y Pesquera 88: 50-51.
- RIVAS M., S., 1983. Pisos bioclimáticos de España.
- RODRIGUEZ, D.C., (2014), La economía de exportación de las Islas Canarias.
- ROJAS-RUEDA D., NIEUWENHUIJSEN, M., GASCON M., PEREZ D., MUDU P. (2019), *Green spaces and mortality: a systematic review and meta-analysis of cohort studies*, The Lancet Planetary Health, Elsevier.
- RUSSO, A., ESCOBEDO, F.J., CIRELLA, G.T. Y ZERBE, S. 2017. *Edible green infrastructure: an approach and review of provisioning ecosystem services and disservices in urban environments*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 242: 53–66. Disponible en <https://www.semanticscholar.org/paper/Edible-green-infrastructure%3A-An-approach-and-review-Russo-Escobedo/3b26ff34ff2cb073512530298aff64bfa65d1b83>
- SANTANA, P. L. M., DELGADO, I. A., 2020. Artículo de divulgación Pisos bioclimáticos de Tenerife: criterio Rivas-Martínez. Disponible en <https://www.museosdetenerife.org/blog/articulo-de-divulgacion-pisos-bioclimaticos-de-tenerife-criterio-rivas-martinez-por-luis-manuel-santana-perez/>

- SCRIBER, J. M. (1984). Nitrogen nutrition of plants and insect invasion. *Nitrogen in crop production*, 441-460.
- SEO BIRDLIFE, 2008. Enciclopedia de las Aves de España. <https://seo.org/grupo-de-aves-exoticas/> Visto en 5 de octubre de 2021.
- SEO BIRDLIFE, Fichas de aves introducidas en España. Grupos de Aves Exóticas. Lorito Senegalés. Periquito. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwizlf6t1bTzAhUGqxoKHQg4ClgQFnoECAIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.seo.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2013%2F05%2Ffichagae_poicephalus_sen_2008.pdf&usg=AOvVaw2u24-I8Q33gTMJPIyzUGzr y https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi0gPKn2LTzAhUIx4UKHQohA3UQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.seo.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2013%2F05%2Ffichagae_melopsittacus_2009.pdf&usg=AOvVaw0uzd1x8GfoNYD7921UzN6Q Respectivamente. Visto en 5 de octubre de 2021.
- TELLO, M. J.C., (2020), *El suelo como “ente vivo”*. Una interpretación antropológica. Vivificar el suelo, Editores FIAES y SEAE, Tenerife.
- TORRES T. J.J. ET AL, (2016). Composición y diversidad florística de tres bosques húmedos tropicales de edades diferentes, en El Jardín Botánico del Pacífico, municipio de Bahía Solano, Chocó, Colombia. *Revista Biodiversidad Tropical* Vol. 6 N°1 Pág. 12-21.
- TURIEL, A., 2020. *Petrocalipsis. Crisis energética global y cómo (no) la vamos a solucionar*. Editorial Alfabeto, Madrid. 210pp.
- UNIVERSITY OF FLORIDA, INSTITUTE OF FOOD AND AGRICULTURAL SCIENCES, (1997). *Estimated crop yields of tropical fruit crops. Under South Florida conditions*. Compiled by Dr. J.H. Crane and Dr. C.F. Balerdi, reviewed by Dr. C.W. Campbell and Dr. R.J. Campbell. Disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjH3oT1sbHzAhUuoFwKHVuNDXIQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Fsfyl.ifas.ufl.edu%2Fmedia%2Fsfylifasufledu%2Fmiami-dade%2Fdocuments%2Ftropical-fruit%2FCrop-yields-per-tree-and-acre-2010.pdf&usg=AOvVaw3DIJeLPI0AITmFvHbnVBj2>
- USDA, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, (1999). *Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo*. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwii9snR3tTzAhUvyoUKHaeTBbMQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.nrcs.usda.gov%2FInternet%2FFSE_DOCUMENTS%2Fnrncs142p2_051913.pdf&usg=AOvVaw3nXghJKpZAi4h1outXUI0o
- VAN VEENHUIZEN R., (2000) Microcaptación. Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia. Experiencias de América Latina. Serie: Zonas áridas y semiáridas N°13 FAO. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi29L3Pv8XzAhXj4IUkHcr-D_MQFnoECAIQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2F3%2Fai128s%2Fai128s00.pdf&usg=AOvVaw3ADPhvL6CSncgrpysemPSB
- VAZQUEZ, M., ARROYAVE, M., (2019) *Clasificación de especies arbóreas según su capacidad para remover material particulado del aire en el Valle de Aburrá*. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/1492/149259728015/html/>

- VISOR GRAFCAN, GOBIERNO DE CANARIAS. Ortofoto con caracterización del suelo, mapa vegetación potencial y real. <https://visor.grafcan.es/visorweb/> Visto el 29 de septiembre de 2021.
- ZACCAGNINI ET AL. (2014). *Manual de Buenas Prácticas para la Conservación del suelo, la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. 10.13140/2.1.1820.7045. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/271205520_Manual_de_Buenas_Practicas_para_la_Conservacion_del_suelo_la_Biodiversidad_y_sus_Servicios_Ecosistemicos

11. ANEXOS

11.1. Datos superficies y perímetros

Tabla 40. Superficies por tipos de cubierta

LOCALIZACIÓN	SUPERFICIES POR TIPO CUBIERTA		TIPO
	ELEMENTO	SUPERFICIE m2	
DENTRO DE Z1	CAMINOS EXTERNOS	4.340,49	ARTIFICIAL
	BAÑOS Y DUCHAS P3	33,39	ARTIFICIAL
	QUIOSCO	18,32	ARTIFICIAL
	RESTAURANTE	31,33	ARTIFICIAL
	CAMINOS INTERIORES	2005,6	ARTIFICIAL
	SUPERFICIE FORESTAL	9.970,43	VEGETACIÓN
	LAGUNA	49,07	AGUA
FUERA Z1	PG (porción bosque)	95,05	VEGETACIÓN
	PRADO EXTERIOR	2960,266	CÉSPED
	CARRETERA	318,54	ARTIFICIAL
	OFICINA	44,76	ARTIFICIAL
	CLASE	42,05	ARTIFICIAL
	ASFALTO OFICINAS	484,65	ARTIFICIAL
TOTAL	Z1+ FUERA Z1	20.393,94	

11.2. Registros gasto agua

Tabla 41. Registros de consumo de agua Octubre 2020 – Septiembre 2021

CONSUMO AGUA POR MES Y SUPERFICIE PLANTADA						
AÑO	MES	SUPERFICIE PLANTADA (m2)	HUERTA	FUGAS m3	VOLUMEN RIEGO (m3/mes)	GASTO (m3/m2)
2020	Noviembre	1552,30	-	-	1048,00	0,68
	Diciembre	1552,30	-	-	956,00	0,62
2021	Enero	3432,97	-	-	1061,00	0,31
	Febrero	5378,07	-	-	1480,00	0,28
	Marzo	6355,00	P1 parcial	299,00	1320,00	0,26
	Abril	7142,50	P1 parcial	203,00	1621,00	0,23
	Mayo	7738,50	P1	392,00	1630,00	0,21
	Junio	7738,50	P1	-	1788,00	0,23
	Julio	8589,13	P1 y P5	350,00	2238,00	0,26
	Agosto	8589,13	P1 y P5	-	2385,00	0,28

11.3. Registro fitosanitarios

Tabla 42. Tratamientos fitosanitarios aplicados

TRATAMIENTOS APLICADOS						
N.º TTO.	PRODUCTO	DOSIS	L, Kg	APLICACIÓN	FRECUENCIA	DURACIÓN EN SEMANAS
1	AZADIRACHTINA	1ml/L	15 L	Pulverización foliar	Semanal	3
2	JABÓN POTÁSICO	15ml/L				
	AZUFRE	300g	10 Kg	Espolvoreo foliar	Semanal	3
	T. DE DIATOMEAS	300g				
	CAOLÍN	480g				
3	VENTONITA		10 Kg	Espolvoreo toda la planta	Aplicación única	
				Espolvoreo suelo		
4	AZADIRACHTINA	1ml/L	15L	Pulverización foliar	Semanal	3

Tabla 43. Registros aplicaciones productos fitosanitarios, plagas y especies afectadas

REGISTRO DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS				
TRATAMIENTO	REPETICIÓN	FECHA	ESPECIES AFECTADAS	PLAGA
1	1º	4, 11, 18 noviembre 2020	Musa sp	Mosca blanca algodonosa
	2º	4,13,21 enero 2021	Strelitzia sp	Pulgón verde
	3º	3, 10 marzo 2021	Washingtonia sp	
	4º	29 abril, 5, 12 mayo 2021	Pittosporum sp	
			Otras palmeras	
2		24 febrero, 3, 10 marzo 2021	Frutales de hueso y pepita	Oidio
			Carica papaya	
3		abril 2021	Pittosporum sp	Hormigas
			Solenostemon	Cochinilla algodonosa
4		15, 22, 29 julio 2021	Cítricos	Minador <i>Phyllocnistis citrella</i>

11.4. Registro enmiendas

Tabla 44. Registros enmiendas

ABONADO			
PRODUCTO	APLICACIÓN	ESPECIE	FECHA
Ácidos húmicos	Foliar	Frutales	marzo 2021
Aciods húmicos	Fertirrigación	Cítricos	abril 2021

11.5. Registros producción hortícolas BUPA

Tabla 45. Cálculo producción hortícolas

MAYO													
Producto/Fecha	4	7	10	13	17	18	19	20	24	26	27	28	31
Total	52,6	35,4	28,7	15,8	44,9	43,7	42,7	50,1	88,7	65,7	68,3	51,6	101,8
Papaya	10,7	4,3	8		10,2			7,7	4,3	6		1	4,9
Fresa									0,1				
Cítricos (enanos)									0,2				
Kalamondin y Limequat													
Acelga	2,3	1	2	0,5	0,4		3,1	1,4	2,1	1	1	0,5	
Uchuva	1,1				1					0,1			
Lechuga	2,7	5,1	4	2,2	8,4		6	4,2	7,5	6,2	17,1	12	11,2
Pepino	2	4,2	4	2,8	3	8,8	13	6,7	10,8	25,1	9,6	15,5	16,4
C. Zucchini	8,2	5,2	6,3	3,2	12,5	29	7	23,3	20,9	5	3,9	6,9	18,6
Calabacín									21	12,5	7	5,6	22,7
C. Bubango									2,5			0,7	7
Rabanito	1,7	1,4	1	2	1,3	0,4		0,6	0,25		0,4	0,2	1,4
Colinabo	1	2,1			0,3				1		0,4	0,3	0,2
Remolacha	8,1	3,6	2,3	2,6	4,9	5	7	1,7	3,7	0,5	0,3		1,3
Zanahoria		1,9				0,5	1	1,3	0,6			0,9	0,4
Habichuela	9,2												
Perejil		0,5						0,3					
Espinacas	2,1	1	0,6	0,5	1		1,5	1,4	1		0,8		
kale	1,5	1	0,5	0,4	0,8		1,1	1	1	0,6	0,7	1,1	1,1
Col Roja	2	2,5		1						7		4,2	3,7
Cebolla		1,6							0,6				0,1
Berenjena					0,8				1,1	0,6	1,3		0,6
Brócoli				0,6	0,3		1	0,5	3	0,7	0,5	1,7	2,8
Ápio							0,8		0,15	0,1		0,5	0,8
Rúcula							1,2					0,5	0,7
Col cerrada									5		7		4

Habas									0,3		0,3		0,2
Pimientos Italianos									1,2				
Coliflor										0,3			
Menta									0,2				0,05
Hierba Huerto									0,2				
Pandana											18		
Frijoles													2,6
Tomate													0,2
Col China													0,6
Salvia													0,2
Calabaza													
Albahaca													
Puerro													
Piña Millo													
Hinojo													
Arvejas													
Pimientos													
Toronjil													
Tomillo													
Manzanilla													
Romero													
M. Poleo													
Tomate Chijones													
Melón													
Butia													
Plátano													
Canónigos													
Guayabos													
Guindillas													
Coles de Bruselas													
Reina Luisa													

Pimientos de Padrón																
Aromáticas																

JUNIO 2021																
Producto/Fecha	1	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	18	21	23	25	28
Total	51,0	48,3	30,3	66,0	81,9	36,3	10,3	72,9	58,3	66,2	42,3	84,9	74,4	43,1	50,5	51,4
Papaya					7					5,4		2,5		1,1		
Fresa																
Cítricos (enanos)																
Kalamondin y Limequat																
Acelga	0,8	0,5	0,8	1,5	0,7	0,4		1,3	0,3	1,1	0,9	0,5	0,4	1,3	0,6	0,4
Uchuva						0,8		2		1,5				0,7		
Lechuga	19,1	12,2	7	9,6	24,5	5,3	5,3		1,9	3,7	2	2,8	1,6	1		
Pepino	5,1	5,4	6,2	7,1	9	5,5	4,2	9,2	6	11,2	4,7	9,5	9,4	9,5	4,5	5,6
C. Zucchini	3,5	3,5		7,3	2,5	6,3	0,4	4,7	12,1	3,7	3,5	7	4,3		1	
Calabacín	9	9		15	15			18,7	20,5	8,7	6	12,7	11,5		7,3	
C. Bubango	0,7		10,9	1,7	1	0,8		1	6		1,3	1,5	6,2		2,1	13,5
Rabanito	1,5			1,6	1	0,3		2,2			0,6					
Colinabo																
Remolacha	1	2,5	0,9	2,5	0,5	1,2	0,4	3,6	0,5	1	1,5	5,5	1,5	1	0,7	1,5
Zanahoria		0,1	0,5	0,5	2,5	0,6		1,3			1,8	0,5	1,1	0,6		0,5
Habichuela						2,5										
Perejil																
Espinacas	0,2	0,1		0,4												
kale	0,3	1	0,5	1,6	0,6	0,4		1,1	0,7		0,9	0,8	1,5	0,7	2,1	
Col Roja	6	2,5		1,8		0,5						4,5			1,5	3,6
Cebolla	0,6													0,8		
Berenjena		0,3	0,4	2	0,5	0,5		2,7	2	4,8	1,6	3,8	3,3	2,5	3,2	4,5
Brócoli	2,5	0,9	0,5	3,3				0,8	1,3	1,3		0,9	1,8	3,7	0,6	2,8
Ápio	0,1	0,5		0,3	0,3	0,8		0,8	0,5	0,7	1	1,1	0,6	0,7	0,5	0,8
Rúcula	0,5	0,1			0,9	0,5		0,8		0,7	0,4	0,7	0,3	0,3	0,2	0,4
Col cerrada			0,7	1,5	1,5	0,6		0,8		7,4	3,8	6,5	9,5	5,5		2,2
Habas				0,2	3,8			0,2								

Pimientos Italianos					0,7			0,8	1,8	3,2	2,1	1,6	1,5	1,8
Coliflor			1,6	3,5	1,7		1,6	2	1,5	1,5		1,5		1
Menta									0,3					
Hierba Huerto					0,2		0,3					0,2		
Pandana							3,7							
Frijoles			1	4		2,5								
Tomate			0,5	1,6	2,1		3,7	4,5	7	2,3	11,5	13,3	7,5	20,2
Col China	0,1													
Salvia		0,1			0,2		0,1		0,8	0,1	0,2	0,2		0,3
Calabaza		3,4					8							
Albahaca														
Puerro		1								0,5		0,6	0,8	
Piña Millo		5,2		0,4	5	4	4,3	4,4	4,7	5,2	2	3,2		4
Hinojo			0,4											
Arvejas														
Pimientos									1,1	0,7	2,6	1,5	1,2	2,2
Toronjil									0,2	0,2				
Tomillo														
Manzanilla										0,1				
Romero										0,9				
M. Poleo														
Tomate Chijones														
Melón														
Butia														
Plátano														
Canónigos														
Guayabos														
Guindillas														
Coles de Bruselas														
Reina Luisa														
Pimientos de														

Pimientos Italianos	2,5	1,5	2,8			2	2	1	1,3					
Coliflor	0,8	2		1,8		1		0,5	2	0,3	0,3			
Menta	0,2								0,2	0,2	0,2			
Hierba Huerto														
Pandana														
Frijoles														
Tomate	51,5	16	27	79	32,2	15	47,2	27	68,5	19	22	55	19	7,2
Col China														
Salvia	0,3		0,2	0,2	0,5			0,2					0,1	0,1
Calabaza							7,5		7,7			15,5		12
Albahaca														
Puerro	0,7		1	0,8	0,2		1,3	1,2	1,3			0,3		
Piña Millo	5,5		1,5	4,5				0,6						
Hinojo														
Arvejas														
Pimientos	1,5		1	0,8		0,5	0,5	0,6	0,5		1,1	3	1	3,5
Toronjil														
Tomillo														0,2
Manzanilla														
Romero								0,2		0,2				
M. Poleo														
Tomate Chijones				1		0,7			1,3	1,1	0,7	1		1
Melón				0,5										
Butia														
Plátano														
Canónigos														
Guayabos														
Guindillas														
Coles de Bruselas														
Reina Luisa														
Pimientos de Padrón														

AGOSTO 2021									
Producto/Fecha	2	5	9	12	13	17	19	23	26
Total	127,1	112,6	72,9	63,3	55,5	53,7	29,9	69,5	77,1
Papaya			2	1,6					1,2
Fresa									
Cítricos (enanos)									
Kalamondin y Limequat									
Acelga	0,2	1,6	0,4	1	0,2	0,6		0,7	1,5
Uchuva									0,4
Lechuga	0,1					0,1			1
Pepino	1								
C. Zucchini									
Calabacín									
C. Bubango			0,8			0,4			
Rabanito									
Colinabo									
Remolacha						0,3		0,2	0,3
Zanahoria				2,5	3,1		0,8	0,25	4
Habichuela									
Perejil							0,1	0,15	
Espinacas									
kale	1,2	1,5	2,5	1,2	2	1,4	0,6	0,8	1,8
Col Roja	2,2	6,5	5,2	8,2		2,9	0,9	2,8	1,3
Cebolla				2,3	2,1	1,3	1,1	0,3	1,1
Berenjena	4		9	7,5	2,2	6,5	9,5	11	12,5
Brócoli	0,7		0,2	1,2		0,4			
Ápio	2,1	1,6	3,3	1,6	1	3,1	1,8	2,6	4
Rúcula	0,2	0,2		0,5	0,3			0,25	
Col cerrada	4,1	15		8,5	6,7	3,8	3,5	2	0,6
Habas									

Pimientos Italianos	2,5					2,1	1	3	3
Coliflor			0,6						
Menta			0,4			0,1	0,1		
Hierba Huerto						0,2			
Pandana									
Frijoles									
Tomate	34	32	30	11,5	11,2	17,2	6,6	38	30,1
Col China						1,2			
Salvia			0,3		0,3	0,5	0,1		
Calabaza	3,5	53	13	9,5	21	9			6,1
Albahaca									
Puerro	0,3				1	0,1	0,3	0,3	
Piña Millo						1,5		1	
Hinojo									
Arvejas									
Pimientos	1,5		4,2	4,5	2,3	1,3	1,2	2,6	3
Toronjil									
Tomillo									
Manzanilla									
Romero						0,3			
M. Poleo									
Tomate Chijones	2,5	1,2	1	0,5	0,7	0,3	1,2	1,9	3,9
Melón				1					
Butia									
Plátano	67								
Canónigos				0,2					
Guayabos						0,2			
Guindillas						0,1	0,6	0,3	0,3
Coles de Bruselas							0,3		
Reina Luisa						0,2	0,2		
Pimientos de Padrón								0,55	0,6

Aromáticas										0,8	0,4
-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	-----