

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

(Creada por Ley Nro. 29531)



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL

**CAMBIO DE COBERTURA Y USO DE LA TIERRA POR
ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN EL DISTRITO DE CHOTA,
PERIODO 2003-2019.**

AUTOR

Bach. Deyner Tarrillo Cieza

ASESOR

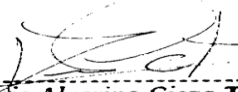
M.Sc. Duberlí Geomar Elera Gonzáles

COASESOR

Ing. Dennis Alvarino Cieza Tarrillo

CHOTA- PERÚ

2020


Dennis Alvarino Cieza Tarrillo
Ingeniero Agrónomo
Reg CIP N° 209060


M.Sc. Duberlí Geomar Elera Gonzá
Docente – EPIFA – FCA – UNAC



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


Siendo las 10:00 horas, del día 20 de noviembre de 2020, en video conferencia del aplicativo Meet Google, los miembros del Jurado de Tesis titulada: “**Cambio de cobertura y uso de la tierra por actividades antrópicas en el distrito de Chota periodo 2003 - 2019**”, integrado por:

Dr. Alejandro Seminario Cunya: Presidente
M. Cs. Maryuri Yohana Vega Eras: Secretario
Dr. Héctor Orlando Chávez Ángulo: Vocal

Sustentada por el Bach. Deyner Tarrillo Cieza, con la finalidad de obtener el Título Profesional en Ing. Forestal y Ambiental.

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda **APROBAR** la tesis, calificándola con la nota de: **16 (dieciséis)**, se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare **EXPEDITO** para conferirle el GRADO DE INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

Firmado en: Chota, 20 de noviembre del 2020.



Dr. Alejandro Seminario Cunya
Presidente



M. Cs. Maryuri Yohana Vega Eras
Secretario



Dr. Héctor Orlando Chávez Ángulo
Vocal

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor M.Sc. Duberlí Geomar Elera Gonzáles, que, con sus conocimientos científicos, su experiencia y motivación permitió lograr la realización de este trabajo de tesis.

A mi coasesor, el Ingeniero Dennis Alvarino Cieza Tarrillo por brindarme su conocimiento y plena confianza para cumplir mis objetivos trazados.

Al Ingeniero Hamlet Manuel Sánchez Abanto, por la dedicación de su tiempo y profesionalismo para lograr esta meta.

A los docentes de la Universidad Nacional Autónoma de Chota por haber brindado sus conocimientos, valores y su apoyo los cuales forman parte de mi carrera profesional.

A mis amigos por haberme brindado su amistad y confianza durante toda mi etapa universitaria que estuvo marcada por muchos momentos bonitos que nunca olvidaré.

DEDICATORIA

A Dios por darme la salud y haberme acompañado durante mi formación universitaria, por ser mi guía y brindarme la valentía para disfrutar de la vida.

A mis padres, Ananias Tarrillo Ruíz y Basilia Cieza Condor por el gran esfuerzo que realizaron para poder lograr concluir con mis estudios, asimismo haberme brindado su amor incondicional e inculcarme sus valores para poder ser un buen profesional y sobre todo un buen ser humano.

A mis hermanos Royner, Bremilda, Flor y Diana que han sido mi mayor motivación para ser mejor cada día.

A mi cuñado y amigo Alejandro Bustamante Díaz, por sus buenos consejos y ejemplo de superación.

A mis sobrinos Jhon Dioner Bustamante Tarrillo y Edwin Ivan Bustamante Tarrillo por transmitirme su felicidad y amor.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
DEDICATORIA	4
ÍNDICE DE CONTENIDOS	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	15
2.1.ANTECEDENTES	15
2.1.1.A nivel mundial.....	15
2.1.2.A nivel nacional.....	16
2.1.3.A nivel regional.....	17
2.2.BASES TEÓRICAS.....	18
2.2.1.Cambio de uso de la tierra	18
2.2.1.1.Tierra	19
2.2.1.2.Cobertura de la tierra	19
2.2.1.3.Cobertura vegetal.....	19
2.2.1.4.Cambios de la cobertura vegetal.....	19
2.2.2.Herramientas para identificar la cobertura de la tierra	20
2.2.2.1.Teledetección.....	20
2.2.2.2.Sistemas de información geográfica.....	20
2.2.2.3.Programa Landsat.....	21
2.2.2.4.Programa aster.....	21
2.2.3.Clasificación de la cobertura de la tierra	22
2.2.3.1.Sistema de clasificación Corine Land Cover.....	22
2.2.3.2.Método adoptado en las Directrices del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático).....	23
2.2.3.3.Clasificación supervisada <i>Random Forest</i>	24
2.2.3.4.Coeficiente Kappa (k).....	24
2.3.MARCO CONCEPTUAL	25
2.3.1.Cobertura de la tierra.....	25
2.3.2.Cobertura vegetal natural	25
2.3.3.Uso de la tierra.....	26
2.3.4.Actividades antrópicas.....	26
2.3.5.Imagen satelital.....	26
2.3.6.Reflectancia de la superficie terrestre	26

2.3.7.Satélites.....	26
2.3.8.Satélite Landsat.....	27
2.3.9.Landsat 5 TM.....	27
2.3.10.Landsat 8.....	27
2.3.11.Sensores	28
2.3.12.Resolución de los sensores remotos.....	29
2.3.12.1.Resolución espacial.	29
2.3.12.2.Resolución espectral.. ..	29
2.3.12.3.Resolución radiométrica.	29
2.3.12.4.Resolución temporal.....	29
2.3.12.5.Resolución angular.	29
2.3.13.Técnicas de clasificación de imágenes satelitales.....	29
2.3.13.1.Clasificaciones supervisadas.	29
2.3.13.2.Clasificaciones no supervisadas.	30
2.3.14.Calibración radiométrica	30
2.3.15.Corrección atmosférica	30
2.3.16.Matriz de confusión	30
2.3.16.1.Fiabilidad de usuario.	30
2.3.16.2.Fiabilidad de productor.....	30
2.3.17.Validación de la clasificación.....	30
CAPÍTULO III.MARCO METODOLÓGICO	31
3.1.Ubicación	31
3.2.Población y muestra.....	33
3.3.Equipos, materiales e insumos.....	33
3.3.1.Equipos y materiales de campo	33
3.3.2.Equipos, materiales de gabinete y Software	33
3.4.Metodología de la investigación.....	33
3.4.1.Tipo de investigación	34
3.4.2.Diseño de investigación	34
3.4.3.Fase inicial de gabinete	34
3.4.3.1.Recopilación de información cartográfica base.....	34
3.4.3.2.Pre procesamiento digital de imágenes satelitales.	35
3.4.4.Etapa I.....	37
3.4.4.1.Área de referencia.....	37
3.4.4.2.Segmentación.....	37
3.4.4.3.Información complementaria.....	38
3.4.5.Etapa II.....	38
3.4.5.1.Procesamiento digital de imágenes satelitales.	38
3.4.6.Etapa III.....	39
3.4.6.1.Clasificación semi automatizada.	39
3.4.6.2.Random forest (bosque aleatorio).....	39
3.4.7.Etapa IV.....	39
3.4.7.1.Fase de campo (Evaluación de la consistencia).....	39
3.4.8.Etapa V (Fase final de gabinete)	39
3.4.8.1.Edición vectorial.....	39

3.4.8.2.Generalización.	40
3.5.Análisis estadístico	40
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	41
4.1.Categorías de la cobertura y uso de la tierra identificadas en el distrito de Chota, para durante el periodo 2003-2019.....	41
4.2.Análisis de la cobertura y uso de la tierra durante el periodo 2003-2019	50
4.2.1.Cobertura y uso de la tierra del año 2003.....	50
4.2.1.1.Análisis de la clasificación para el año 2003	50
4.2.1.1.1.Matriz de confusión..	50
4.2.1.2.Índice Kappa.....	52
4.2.1.3.Porcentaje correctamente clasificado.	53
4.2.2. Cobertura y uso de la tierra del año 2019.....	57
4.2.2.1.Resultado de la clasificación.....	57
4.2.2.1.1.Matriz de confusión..	57
4.2.2.2.Índice Kappa.....	58
4.2.2.3.Porcentaje correctamente clasificado.....	59
4.3.Análisis del cambio de la cobertura de la tierra.....	65
4.3.1.Cambio y no cambio de uso de la tierra periodo 2003- 2019.	65
4.4.Análisis de la transición de la cobertura y uso de la tierra periodo 2003-2019.....	73
4.4.1.Análisis de los cambios por cada cobertura.....	73
4.4.1.1.Cambios de cobertura y uso de la tierra periodo 2003-2019..	73
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
5.1.CONCLUSIONES	81
5.2.RECOMENDACIONES	82
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
CAPÍTULO VII.ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Características de las imágenes satelitales descargadas</i>	35
Tabla 2. <i>Valores utilizados en la segmentación de las imágenes satelitales</i>	37
Tabla 3. <i>Coberturas de la tierra identificadas en el distrito de Chota</i>	41
Tabla 4. <i>Matriz de confusión sobre la clasificación de la imagen satelital del año 2003</i>	51
Tabla 5. <i>Clasificación de la cobertura y uso de la tierra del distrito de Chota para el año 2003</i>	53
Tabla 6. <i>Matriz de confusión sobre la clasificación de la imagen satelital del año 2019</i>	57
Tabla 7. <i>Clasificación de la cobertura y uso de la tierra del distrito de Chota para el año 2019</i>	59
Tabla 8. <i>Ganancia y pérdida de la cobertura de la tierra en ha periodo 2003-2019</i>	67
Tabla 9. <i>Transición de la cobertura y uso de la tierra periodo 2003-2019</i>	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Relación entre el porcentaje de área intervenida y las clases naturales y no naturales para determinar las clases según la leyenda Corine Land Cover</i>	23
Figura 2. <i>Valoración del coeficiente Kappa</i>	25
Figura 3. <i>Características de imágenes satelitales Landsat 8</i>	28
Figura 4. <i>Ubicación del distrito de Chota</i>	32
Figura 5. <i>Proceso de clasificación para la representación cartográfica</i>	36
Figura 6. <i>Tejido Urbano Continúo del distrito de Chota</i>	42
Figura 7. <i>Áreas con cultivos transitorios ubicados en la comunidad de Shahuindopampa</i>	43
Figura 8. <i>Área de pastos en el centro poblado de Choctapata Rojas Pampa</i>	44
Figura 9. <i>Bosque plantado de Pinus patula ubicado en de centro poblado de Choctapata</i>	45
Figura 10. <i>Cobertura herbácea de ichu (Stipa ichu) ubicado en el centro poblado de Progreso Pampa</i>	46
Figura 11. <i>Vegetación arbustiva ubicada en el centro poblado de Rojas Pampa</i>	47
Figura 12. <i>Afloramiento rocoso del distrito de Chota ubicado en el centro poblado de Chucumaca</i>	48
Figura 13. <i>Tierras desnudas ubicadas en el centro poblado del Campamento Túnel Conchano</i>	49
Figura 14. <i>Laguna ubicada en el centro poblado de Choctapata</i>	50
Figura 15. <i>Representación porcentual de la cobertura de la tierra del distrito de Chota para el año 2003</i>	55
Figura 16. <i>Cobertura y uso de la tierra del distrito de Chota- 2003</i>	56
Figura 17. <i>Representación porcentual de la cobertura de la tierra del distrito de Chota para el año 2019</i>	61
Figura 18. <i>Cobertura y uso de la tierra del distrito de Chota- 2019</i>	63
Figura 19. <i>Dinámica de la cobertura y uso de la tierra en ha de los años 2003 y 2019</i>	64
Figura 20. <i>Porcentaje de ganancia y pérdida de la cobertura de la tierra periodo 2003-2019</i>	68
Figura 21. <i>Cambio y no cambio de la cobertura del distrito de Chota, periodo 2003-2019</i>	72
Figura 22. <i>Cambio de la cobertura y uso de la tierra del distrito de Chota, periodo 2003-2019</i>	74
Figura 23. <i>Representación porcentual de los cambios de la cobertura y uso de la tierra periodo 2003-2019</i>	77
Figura 24. <i>Representación de las coberturas con mayor cambio, periodo 2003-2019</i>	80
Figura 25. <i>Validación en campo de la cobertura y uso de la tierra del distrito de Chota</i>	108
Figura 26. <i>Área urbana del distrito de Chota</i>	108
Figura 27. <i>Cultivos transitorios del distrito de Chota</i>	109
Figura 28. <i>Cultivos transitorios del distrito de Chota</i>	109
Figura 29. <i>Área con bosques plantados en el distrito de Chota</i>	110
Figura 30. <i>Cobertura de herbazal del distrito de Chota</i>	110
Figura 31. <i>Área con cobertura de arbustal en el distrito de Chota</i>	111
Figura 32. <i>Influencia de los cultivos transitorios sobre el arbustal</i>	111
Figura 33. <i>Tierras desnudas a causa de actividades antrópicas</i>	112
Figura 34. <i>Fragmentación de la cobertura de la tierra a causa de actividades agrícolas</i>	112

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Glosario de términos.....	91
Anexo 2: Sistema de clasificación de la cobertura Corine Land Cover adaptado para el Perú.....	93
Anexo 3: Panel fotográfico	108

RESUMEN

En los últimos años, el hombre ha sido el principal influyente en la transformación de la cobertura y uso de la tierra. Esta investigación evalúa el cambio de la cobertura y uso de la tierra por actividades antrópicas en el distrito de Chota-Perú, durante los años 2003 y 2019, mediante el análisis de imágenes satelitales Landsat, se utilizó la metodología Corine Land Cover, en un nivel II y III. Se identificaron nueve coberturas de la tierra: tejido urbano continuo (TUC), cultivos transitorios (CT), pastos (PA), bosques plantados (BP), herbazal (HER), arbustal (AR), afloramientos rocosos (AFR), tierras desnudas (TD) y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (LLCN). En total, el cambio producido fue de 6 804,06 ha (25,36%) mientras que 20 022,77 ha (74,64%) no experimentó cambio alguno. En el mismo periodo, las coberturas de la tierra que aumentaron su área fueron los cultivos transitorios (2 934,35 ha), tierras desnudas (298,91 ha), el tejido urbano continuo (196,33 ha) y los bosques plantados (143,34 ha) y las coberturas que disminuyeron su área fueron el herbazal (1 853,57 ha), el arbustal (1 284,86 ha), los pastos (416,02 ha), los afloramientos rocosos (16,25 ha) y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (2,03 ha). El factor principal de los cambios ocasionados sobre la cobertura y uso de la tierra en el distrito de Chota es el crecimiento poblacional, ya que ejerce una presión sobre ésta, con una clara tendencia hacia el incremento de las áreas agrícolas y el crecimiento urbano.

Palabras clave: Cobertura de la tierra, cambio de cobertura, uso de la tierra, Corine Land Cover.

ABSTRACT

In recent years, man has been the main influencer in the transformation of land cover and use. This research evaluates the change in land cover and use due to anthropic activities in the district of Chota-Peru, during the years 2003 and 2019, through the analysis of Landsat satellite images, the Corine Land Cover methodology was used, at a level II and III. Nine land covers were identified: continuous urban fabric (TUC), transitional crops (CT), pastures (PA), planted forests (BP), grasslands (HER), shrubland (AR), rocky outcrops (AFR), bare lands (TD) and permanent natural ponds, lakes and swamps (LLCN). In total, the change produced was 6,804.06 ha (25.36%) while 20,022.77 ha (74.64%) did not experience any change. In the same period, the land covers that increased its area were temporary crops (2,934.35 ha), bare lands (298.91 ha), continuous urban fabric (196.33 ha) and planted forests (143.34 ha) and the covers that decreased its area were grasslands (1 853.57 ha), shrubland (1 284.86 ha), pastures (416.02 ha), rocky outcrops (16.25 ha) and permanent natural ponds, lakes and swamps (2.03 ha). The main factor behind the changes caused to the coverage and use of land in the Chota district is population growth, as it exerts pressure on it, with a clear trend towards increasing agricultural areas and urban growth.

Key Words: Land Cover, Cover Change, Land Use, Corine Land Cover.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La presencia de los recursos naturales en el planeta es de vital importancia, debido a que proporcionan materia prima y condiciones ambientales necesarias para el desarrollo de los seres vivos, pero la mayor parte de ellos han sufrido cambios por las diferentes actividades que realiza ser humano para satisfacer sus necesidades, generando una significativa expansión de la frontera agropecuaria y el crecimiento urbano que ha ocasionado el incremento de la pérdida de áreas con vegetación natural, causando la degradación de la estructura de los ecosistemas (Benjaminsen, 2001). En el Perú, los resultados más visibles producido cobertura de la tierra, que, por el aumento de la agricultura, el crecimiento urbano, las industrias forestales, la creación de vías de acceso, etc. ocasionan la desaparición de la cobertura vegetal natural como los bosques primarios, herbazales y arbustales (Glinskis y Gutiérrez-Vélez, 2019; López, 2016; Rubio, 2018). Estos cambios también se presentan en el distrito de Chota, los cuales provocan una serie de impactos ambientales sobre los ecosistemas, debido a que no existe proyectos sostenibles y sustentables que propongan alternativas para la gestión y manejo integrado de los recursos naturales. Ante esto, es importante realizar una evaluación multitemporal del cambio de cobertura y uso de la tierra por actividades antrópicas en el distrito de Chota, durante el periodo 2003-2019, a partir del comportamiento de las coberturas de la tierra, para poder determinar el aumento o disminución de estas, mediante la fotointerpretación de imágenes satelitales Landsat. Para esto se planteó como hipótesis que, en el periodo 2003-2019, la cobertura y uso de la tierra del distrito varió en un 15 % debido a actividades antrópicas.

La investigación realizada se hizo con propósito de generar información base para futuros proyectos sobre la gestión territorial y manejo de los recursos del distrito de Chota,

y de esta forma generar alternativas para conservar y aprovechar de manera integral nuestros recursos, de manera que los recursos naturales sean sustentables y la población mejore sus condiciones de vida.

El objetivo general fue evaluar el cambio de cobertura y uso de la tierra por actividades antrópicas en el distrito de Chota, periodo 2003-2019, asimismo los objetivos específicos fueron: “Determinar la cobertura de la tierra con mayor ganancia y pérdida, periodo 2003-2019” y “Analizar la incidencia antrópica en los cambios de cobertura y uso de la tierra durante el periodo 2003-2019”; estos se logró mediante el análisis de imágenes del satélite Landsat, en la que se clasificó las diferentes coberturas haciendo uso de la metodología Corine Land Cover en un nivel II y III.

Para una mejor presentación de la tesis realizada, esta se dividió en siete capítulos. En el capítulo I se encuentra la Introducción, donde se habla de manera general la problemática, la justificación y los objetivos logrados; en el capítulo II se encuentra el Marco teórico, este capítulo está conformado por los antecedentes, bases teóricas y el marco conceptual; en el capítulo III se encuentra el Marco metodológico, el cual está conformado por la ubicación, la población y muestra, equipos materiales e insumos, Metodología de la investigación y el análisis estadístico; en el capítulo IV se encuentra los resultados y discusiones en el que se presentan los resultados obtenidos los cuales son debidamente interpretados; en el capítulo V se encuentran las conclusiones y recomendaciones en función a los objetivos propuestos; en el capítulo VI se encuentran las referencias bibliográficas, en la que se encuentra a los autores citados en la tesis, utilizando las normas APA y en el capítulo VII se encuentran los anexos, en la que se adjunta la Leyenda Corine Land Cover y un panel fotográfico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Las investigaciones tomadas como antecedentes para este estudio tratan son aquellas cuyos resultados muestran la disminución de la cobertura vegetal natural como los bosques, la vegetación arbustiva y los herbazales, estos han sido reemplazados por actividades antrópicas, principalmente por los asentamientos humanos, bosques plantados, pastizales y áreas agrícolas. Para la selección de los antecedentes en esta investigación, se revisó doce artículos de la base de datos Scielo, Redalyc y Sciedirect, y se consideraron tres, asimismo se revisó quince tesis y fueron seleccionadas siete de ellas.

2.1.1.A nivel mundial

En la región de Haridwar en la India, se analizó el cambio de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1996-2017, con el objetivo de explorar cambios en huertos, terrenos agrícolas, terrenos urbanos y sus impactos, para lo cual se realizó la interpretación de imágenes del satélite Landsat, obteniendo como resultado la reducción de huertos, la cobertura vegetal natural y los cuerpos de aguas, debido al crecimiento de áreas urbanas, agrícolas y pastizales (Kumar et al., 2020).

En China, durante el periodo 2013-2018, se realizó un mapeo sobre las transformaciones de cobertura en las áreas afectadas por la pobreza de China, en la que mediante Google Earth Engine se realizó el análisis de las imágenes Landsat 8, y se obtuvo como resultado la reducción continua de tierras cultivables, mientras que la tierra y la vegetación acumulada aumentaron (Ge et al., 2019).

Palacios (2015), en su investigación análisis multitemporal de la cobertura boscosa del departamento del Chocó-Colombia, período 2010-2012, con el objetivo de analizar multitemporalmente la cobertura de bosques del departamento de Chocó-Colombia, período 2010-2012, se realizó la clasificación supervisada de imágenes satelitales Landsat y se determinó que para el periodo 2010-2012 la cobertura boscosa disminuyó 2 836,34 ha y para el periodo 2012-2014 disminuyó 2 986,23 ha, permitiendo determinar el grado de degradación en la cobertura boscosa debido a que se incrementó el área deforestada.

Reyes (2014), en su investigación análisis de cambios de uso de la tierra para los años 1984, 2000 y 2008 de la cuenca del río Tenancingo en México, con el objetivo de evaluar los cambios del uso de la tierra para los años 1984, 2000 y 2008 para la mencionada cuenca, en la que se realizó la clasificación de imágenes satelitales SPOT, y se obtuvo que, en el periodo 1984-2008 en la cuenca del río Tenancingo en México, los asentamientos humanos y la agricultura aumentaron 800 ha y 542,7 ha respectivamente, por otro lado, la agricultura temporal disminuyó 1470,4 ha, llegando a la conclusión que los usos predominantes de la tierra en gran parte corresponden al crecimiento de las ciudades y la agricultura, superando en extensión a la vegetación natural.

2.1.2.A nivel nacional

En una investigación realizada en la Amazonía peruana se cuantificaron los cambios producidos por la expansión de plantaciones de palma aceitera, periodo 2010-2016, para lo cual se realizó la interpretación de imágenes satelitales Landsat, y se determinó que los pequeños agricultores utilizaron 21 070 ha más que las industrias, pero la expansión de las empresas industriales se centró más en áreas con presencia de bosques primarios (Glinskis y Gutiérrez-Vélez, 2019).

López (2016), analizó el cambio de cobertura del tramo 3 de la carretera interoceánica, mediante la interpretación de imágenes satelitales, obteniendo como resultado que, de las 1 099 733,13 ha en la que se realizó el estudio, 6 502,50 ha fueron las que experimentaron cambio en su cobertura, de las cuales 217,87 ha pasaron de bosque primario a bosque secundario (3,4% del cambio), por lo que se concluyó que el 96,6% del cambio corresponde a la deforestación del área estudiada, dichos cambios sucedieron como consecuencia del impacto que produce una vía de comunicación terrestre sobre la cobertura vegetal.

Nina (2015), en su estudio sobre el cambio de cobertura de la tierra en la reserva nacional Salinas y Agua Blanca en Arequipa para el periodo 1986-2010, con el objetivo de analizar los cambios de cobertura de la tierra en la reserva nacional Salinas y Agua Blanca en Arequipa, periodo 1986-2010, por lo que, mediante la interpretación de imágenes satelitales obtuvo que la cobertura con mayor pérdida correspondió a los nevados (-96,29%) seguido del pajonal (-55,99%). En cambio, el área cubierta por césped de puna se incrementó en 79,39 %, del mismo modo el suelo pobre o sin vegetación aumentó en un 33,45%, además la relación temperatura y precipitación en el año 1992 determinó que dicho año fue el más seco del periodo.

2.1.3.A nivel regional

Rubio (2018), analizó el cambio sobre la cobertura y uso de la tierra en el distrito de Lajas (Chota, Cajamarca) durante los periodos 1987-2002-2016, mediante el análisis de imágenes satelitales Landsat, y determinó que las coberturas de la tierra que aumentaron fueron el tejido urbano continuo (25,46 ha), los cultivos transitorios (324,01 ha) y los pastos (1 463,60 ha); del mismo modo las coberturas de la tierra que perdieron área fueron los herbazales (731,39 ha), arbustal (722,49 ha) y vegetación arbustiva/herbácea (359,17 ha). La causa principal fue la influencia de la población.

Mediante la interpretación de imágenes satelitales Landsat, Rojas (2017), evaluó el cambio de cobertura en Ichocán (San Marcos, Cajamarca), y determinó que la mayoría de los siete tipos de coberturas de la tierra identificadas, cambiaron a áreas agrícolas heterogéneas en un total de 1 107,61 ha, seguido de vegetación arbustiva, pastos, bosques plantados y tejido urbano continuo con extensiones de 320,85; 127,00; 101,50 y 4,20 ha respectivamente; del mismo modo se identificaron 17 tipos de cambios, los cuales en su mayoría fueron destinadas a la agricultura.

Cieza (2017), analizó el cambio de cobertura en Matara (Cajamarca), determinando que en el año 1991 la cobertura con mayor extensión fue los cultivos transitorios (2 334,07 ha) y con una extensión menor las lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (9,88 ha); y en los años 2003 y 2016 los cultivos transitorios siguieron siendo los que mayor extensión abarcaban, y las lagunas lagos y ciénagas naturales permanentes los de menor extensión. En conclusión, el tipo de cobertura que mayor cambio sufrió fue el herbazal.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cambio de uso de la tierra

Esto se produce cuando se modifican áreas que no presentaban alteraciones o transformaciones, es decir áreas con cobertura natural de la tierra y el área intervenida o cobertura artificial de la tierra. Dentro de estas áreas se encuentran las áreas agrícolas que son el principal problema respecto al uso de la tierra, debido a que provoca la degradación de los ecosistemas en grandes extensiones (Richters, 1995). Además, el uso de la tierra depende de la interacción de diferentes factores naturales y antropogénicos los cuales están relacionados con los cambios en la tecnología, en el ambiente, incremento poblacional, etc. (Jalmacin et al., 2017).

2.2.1.1. Tierra

Es considerada como el área de la superficie terrestre el cual está conformado por el clima cercano a esta, el suelo, la hidrología superficial (Lagos, lagunas, humedales, etc.), reservas de aguas subterráneas, la flora, fauna, la población humana y todas aquellas transformaciones producto de la intervención del hombre (ciudades, caminos, carreteras, etc.) (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2001).

2.2.1.2. Cobertura de la tierra

Se refiere a la cobertura física (afloramientos rocosos, áreas artificializadas y cuerpos de agua) y biofísica (cobertura vegetal) que se encuentra en la superficie de la tierra; su estudio es fundamental para la gestión y conservación de la biodiversidad y el ordenamiento del territorio (Blum et al., 2015).

2.2.1.3. Cobertura vegetal

Es una clase de las coberturas de la tierra que corresponde al manto vegetal de un territorio determinado. Es muy importante por su capacidad de asimilar la energía solar, por ser fuente primaria de los ecosistemas, y por la relación con los otros componentes biofísicos como el control de la erosión, la estabilización de pendientes, control hídrico, definición de microclimas locales y hábitat de especies (Castañeda et al., 2006). Su distribución depende de variables climatológicas como la precipitación y temperatura, y también de características topográficas y edafológicas del lugar (Salas et al., 2017).

2.2.1.4. Cambios de la cobertura vegetal

Elemento esencial para estudiar las modificaciones generadas en el ambiente, debido a que la naturaleza es dinámica y los cambios que se producen en ella afectan a muchos procesos físicos y biológicos (Heckadon-Moreno et al., 1999). Los cambios de la cobertura vegetal inciden directamente sobre la biodiversidad, organización y el

funcionamiento de los ecosistemas, los cuales causan la pérdida de fertilidad del suelo, de la calidad del agua y la alteración del hábitat de la flora y fauna, y así, disminuyendo los bienes y servicios ambientales (Jalmacin et al., 2017). La mayor parte de los cambios son producidos principalmente por el pastoreo, la agricultura y el paso de áreas grandes a pequeñas parcelas (León et al., 2014).

2.2.2. Herramientas para identificar la cobertura de la tierra

2.2.2.1. Teledetección. Es considerada como un conjunto de técnicas utilizadas para recopilar información sobre los recursos que presentan nuestro planeta; ésta consiste en la propagación de ondas electromagnéticas, las cuales son emitidas por un sensor las cuales interactúan con los objetos a estudiar; en otras palabras, la teledetección consiste en medir la energía transportada por esas ondas e identificar los cambios tras su interacción con el objeto y así conocer el estado de éste.

La teledetección permite obtener información de un objeto presente en la superficie terrestre (sensor-cobertura); esto es posible gracias a la radiación electromagnética; ésta relación se expresa de tres formas: emisión, reflexión y emisión-reflexión, por lo que el flujo de energía de estas depende de la transmisión de energía térmica (Martínez,2005).

2.2.2.2. Sistemas de información geográfica. Son aquellos que contienen información sobre los recursos del planeta; estos son obtenidos por sensores remotos los cuales se encuentran sostenidos mediante satélites, ésta información es analizada minuciosamente por profesionales dedicados a la investigación de ciencias ambientales y de la tierra. La complejidad de las herramientas a utilizar depende cuan complejo es el objeto de estudio a realizar, lo cual ha conllevado al nacimiento de una nueva disciplina científica, conocida como ciencia de la información geográfica (Sarria,2014).

2.2.2.3. Programa Landsat. Gracias a los excelentes resultados obtenidos por las primeras fotografías tomadas desde el espacio, la NASA (del inglés *National Aeronautics and Space Administration*) en la década del 60 diseñó un proyecto dedicado exclusivamente al análisis de recursos terrestres, poniendo en órbita al satélite Landsat, actualmente considerado como proyecto más fructífero de la teledetección espacial. Esto se debe a que sus sensores son de alta resolución, los cuales permiten obtener información global de la superficie terrestre, lo cual ha permitido el uso continuo por diversos profesionales en todo el mundo (Chuvienco, 1995).

Desde el año 1972 el programa Landsat ha proporcionado la serie más vasta de datos de los cambios registrados sobre la superficie terrestre el cual presenta imágenes del planeta desde hace más de 40 años, evolucionando el instrumental y la comunidad internacional de usuarios, abriendo nuevos campos de investigación, proporcionando información sobre estudios geológicos, agrícolas y usos de la tierra y otros nuevos campos de la exploración de los recursos para conocer el sistema tierra en su conjunto (Barbieri et al., 2018).

2.2.2.4. Programa aster. Es un sensor multiespectral que tiene una órbita heliosincrónica que se encuentra a 705 000 m de altura y un ancho de barrido de 60 000 m, además sus orbitas se encuentran a 172 000 m de distancia entre ellas, la resolución espectral del sensor va desde 0,520 hasta 11,650 micrómetros (μm), y contiene 14 bandas; las bandas 1 a 3 (0,52 a 0,86 μm) tiene una resolución espacial es de 15 m, las bandas 4 a 9 (1,6 a 2,43 μm) tiene 30 m de resolución espacial, y las bandas 10 a 14 (8,125 a 11,65 μm) tiene 90 m de resolución espacial. Adicionalmente, este sensor contiene un telescopio el cual genera el modelo digital de elevación (DEM) del terreno (Pérez et al., 2010).

2.2.3. Clasificación de la cobertura de la tierra

2.2.3.1. Sistema de clasificación Corine Land Cover. La metodología *Corine Land Cover* (CLC) es un proyecto que se encuentra dentro del programa CORINE (*Coordination of Information of the Environment*), está tiene por objetivo obtener datos numéricos y geográficos los cuales serán utilizados para crear una base de datos sobre cambios de cobertura y uso de la tierra que serán representados a escala 1:100.000 (Valencia y Anaya, 2009).

En el Perú esta metodología se desarrolló siguiendo tomados con el esquema *Corine Land Cover* (CLC) adaptado para Colombia. La finalidad de esta metodología es ayudar en la construcción de mapas de cobertura y uso de la tierra utilizando una leyenda jerárquica (anexo 2), en la que relaciona distintos niveles de detalle espacial y temático que cada país puede modificar, ampliar o detallar la leyenda siempre se cumplan los compromisos establecidos (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2014).

A continuación, se detallan algunos aspectos que fueron discutidos sobre leyenda.

Uno de ellos fue diferenciar la agricultura permanente de la agricultura transitoria, llegando a la conclusión de que, en caso de duda se considera como área de mosaico agropecuario. Otro aspecto planteado fue que en *Corine Land Cover* no existe una simetría entre las coberturas naturales y las no naturales, esto se ve reflejado en las áreas de mosaico agropecuario las cuales requieren de un 30% de área intervenida, indicando que el área afectada por actividades que realiza el hombre va más allá de las áreas que fueron intervenidas directamente (MINAM, 2014).

Figura 1

Relación entre el porcentaje de área intervenida y las clases naturales y no naturales para determinar las clases según la leyenda Corine Land Cover

% de área intervenida	Estructura de la matriz natural	Actividad agropecuaria dominante (>70%)	Clase regional/propuesta
70% - 100%	No aplica	Cultivos transitorios	2.1
		Cultivos permanentes	2.2
		Pastos	2.3
		Ninguna	2.4
30% - 70%	NA		
10% - 30%	Bosque	NA	3.1.5
	Arbustal	NA	3.3.5
	Herbazal	NA	3.3.6
	Arbustal-herbazal	NA	3.3.7
0% - 10%	Bosque	NA	3.1. (1-4)
	Arbustal	NA	3.3.1
	Herbazal	NA	3.3.2
	Arbustal-herbazal	NA	3.3.4

Nota. Fuente: MINAM (2014).

Los elementos considerados anteriormente permiten distinguir un área con mosaicos agropecuarios y vegetación natural, para así poder analizar el avance de la frontera agrícola (MINAM, 2014).

2.2.3.2. Método adoptado en las Directrices del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). Esta metodología se fundamenta bajo dos supuestos: i) el flujo del CO₂ de la superficie terrestre a la atmósfera y de esta a la superficie es equivalente a los cambios producidos en las reservas de carbono del suelo; ii) estos cambios se calculan luego de establecerse tasas de cambio de uso de la tierra para lo cual se tiene que determinar los factores que influyeron en tal cambio, el cambio producido sobre las coberturas encontradas y las reservas de carbono para cada cobertura de la tierra. Esta metodología considera a cuatro clases de cobertura de la

tierra, las cuales son: bosques y otras reservas de biomasa leñosa, pastizales, tierras agrícolas y terrenos explotados. (Grupo consultivo de expertos, 2011).

2.2.3.3. Clasificación supervisada *Random Forest*. El algoritmo *Random Forest* fue propuesto por Breiman en el año 1999, el cual añade un elemento de aleatoriedad al bagging, además usa un conjunto de elementos de entrenamiento diferente en cada interacción que permite generar cada árbol de decisión. En la creación de árboles de decisión cada nodo se divide utilizando el mejor umbral en todas las variables introducidas, mientras que en *Random Forest*, los nodos se dividen utilizando la mejor de las variables de una muestra aleatoria de éstas. Para la clasificación final de cada elemento, cada uno de los árboles aleatorios generados aporta un voto simple, asignándose finalmente la clase que más votos ha recibido (Liaw y Wiener, 2002).

2.2.3.4. Coeficiente Kappa (k). Indica la relación inter-observador el cual es obtenido mediante tablas de cualquier dimensión, siempre y cuando se contraste dos observadores. Los valores que puede tomar este coeficiente varía entre -1 y +1, si el valor obtenido es cercano a +1 la fuerza de concordancia inter-observador será mayor, y si es cercano a -1 la fuerza de concordancia será menor (Cerde y Villarroel, 2008).

Se define como:

$$K = \frac{Po - Pe}{1 - Pe}$$

Donde:

Po: Proporción de acuerdos observados

Pe: la proporción de acuerdos esperados

El máximo valor de concordancia posible corresponde a $k=1$, y si se obtiene $k = 0$ significa que la concordancia observada es lo que se espera, y si el valor de $K > 0$ significa que la concordancia es mayor que la esperada, pero si $k < 0$ la concordancia será

menor; el mínimo valor de k depende de las distribuciones marginales (López y Pita, 2011).

Figura 2

Valoración del coeficiente Kappa

Coeficiente Kappa	Porcentaje (%)	Fuerza de la concordancia
0,00	0	Pobre
0,01 – 0,20	10-20	Leve
0,21 – 0,40	21-40	Aceptable
0,41 – 0,60	41-60	Moderada
0,61 – 0,80	61-80	Considerable
0,81 – 1,00	81-100	Casi perfecta

Fuente: Cerda y Villarroel (2008).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Cobertura de la tierra

Es la cobertura vegetal y física que se encuentra en la superficie terrestre, conformada por la vegetación, suelo, topografía, agua superficial, agua subterránea, ciudades, etc. (Carvajal y Pabón, 2016).

2.3.2. Cobertura vegetal natural

Es la vegetación que crece de forma natural sobre la superficie de terrestre, las cuales se encuentran en paisajes que van desde zonas desérticas y semidesérticas hasta paisajes colinosos y montañosos (MINAM, 2015).

2.3.3. Uso de la tierra

Es el grupo de actividades que el hombre realiza en diferentes tipos de coberturas de la tierra la cual está asociado con fines sociales, económicos y ambientales (Seingier et al., 2009).

2.3.4. Actividades antrópicas

Son todas aquellas actividades que el ser humano realiza en su entorno natural, con el propósito de satisfacer sus necesidades (Alonzo y González, 2010).

2.3.5. Imagen satelital

Es una matriz digital de puntos que contiene información sobre la superficie terrestre, ésta es capturada por un sensor que se encuentra junto a un satélite que circula la tierra donde se ubican detectores que almacenan la energía reflejada de la superficie terrestre (Martínez, 2005).

2.3.6. Reflectancia de la superficie terrestre

Es considerada como la cantidad de energía que reflejan los objetos que se encuentran en la superficie terrestre, la reflectividad de esta energía depende del ángulo de elevación en la que se capta u observa la luz, es por eso que la reflectancia de la superficie terrestre es anisotrópica, es decir, la magnitud de la radiación reflejada en una dirección dada (Bolaños-González et al., 2007).

2.3.7. Satélites

Son naves espaciales que orbitan la tierra, estas fueron diseñadas con la finalidad de observar los diversos fenómenos que se producen en nuestro planeta, así como también observar objetos del espacio tal es el caso de lunas, cometas, planetas, asteroides, etc. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2014).

2.3.8. Satélite Landsat

Es un satélite artificial encargado de monitorear los diversos fenómenos presentes en la superficie terrestre y en el espacio, este contiene sensores que permiten obtener información de calidad acerca de los recursos terrestres; es uno de los satélites más empleados para analizar y monitorear los recursos forestales, agrícolas, usos de la tierra, hidrología, etc. (Fernández y Herrero, 2001).

2.3.9. Landsat 5 TM

Este satélite adquiere imágenes gracias a su sensor *Thematic Mapper-TM* (Moran, et al., 2001). Este satélite es uno de los más utilizados para estudios ambientales, su sensor TM está compuesto por siete bandas, 6 de ellas en el infrarrojo visible y cercano, y solo una banda ubicada en la región del infrarrojo térmico. La banda 1 tiene una longitud de onda central de 0,49 μm , la banda 2 de 0,56 μm , las bandas 3 y 4 de 0,66 y 0,83 μm , y por último las bandas 5 y 7 tienen una resolución de 1,65 y 2,22 μm respectivamente (Sobrino et al., 2004).

2.3.10. Landsat 8

Es un satélite que contiene dos instrumentos de barrido denominados *Operational Land Imager (OLI)*, y *Thermal Infrared Sensor (TIRS)*, estos sensores contienen bandas espectrales capaces de detectar la información de la superficie terrestre que se quiere analizar. Las imágenes tomadas por los sensores OLI y TIRS constan de 9 bandas espectrales de las cuales las bandas 1 a 7 y 9 tienen una resolución espacial de 30 metros y la banda 8 (pancromático) tiene una resolución de 15 metros, adicionalmente, existen las bandas 10 y 11 capaces de brindar información sobre la temperatura de forma precisa y es captada a 100 metros de resolución (Ariza, 2013).

Figura 3

Características de imágenes satelitales Landsat 8

Imagen satelital	Banda	Longitud de onda (micrómetros)	Resolución espacial (m)
Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)	Banda 1 - Aerosol costero	0,43 – 0,45	30
	Banda 2 - Azul	0,45-0,51	30
	Banda 3 - Verde	0,53-0,59	30
	Banda 4 - Roja	0,64-0,67	30
	Banda5 - Infrarrojo cercano (NIR)	0,85 – 0,88	30
	Banda 6- SWIR 1	1,57-1,65	30
	Banda 7 - SWIR 2	2,11-2,29	30
	Banda 8-Pancromático	0,50 – 0,68	15
	Banda 9-Cirrus	1,36-1,38	30
	Banda 10 - Infrarrojo térmico (TIRS) 1	10,60-11,19	100
	Banda 11 - Infrarrojo térmico (TIRS) 2	11,50-12,51	100

Nota. Las bandas TIRS se obtienen a una resolución de 100 metros, pero se re muestrea a 30 metros. Fuente: Ariza (2013).

2.3.11. Sensores

Es un objeto dedicado a la exploración de la superficie terrestre mediante la radiación emitida y reflejada por los elementos que se encuentran en ella, la cual es captada por este sensor y se encuentra definida por un valor numérico, este codifica digitalmente la radiancia de un área determinada en una banda específica; estos valores conforman un arreglo matricial que contiene una unidad mínima de observación (pixel) con un número entero de ND que se convierte en una intensidad luminosa o nivel gris y con una localización espacial (Arango et al.,2005).

2.3.12. Resolución de los sensores remotos

Según Cardozo y Da Silva (2013), los sensores remotos se caracterizan por tener la capacidad de registrar y discriminar información detallada, conocido como resolución de un sensor. Estas características se definen por los siguientes tipos de resolución.

2.3.12.1. Resolución espacial. Se refiere a la capacidad que tiene un sensor de obtener información hasta el objeto más difícil que pueda detectarse sobre una imagen. De este depende nivel de detalle de la información que ofrece una imagen satelital.

2.3.12.2. Resolución espectral. Se refiere la cantidad y ancho de las bandas que puede diferenciar un sensor.

2.3.12.3. Resolución radiométrica. Es la identificación de las variaciones de radiancia espectral expresado en niveles digitales (ND) de un sensor.

2.3.12.4. Resolución temporal. Es periodo en la que un sensor capta imágenes de una misma zona de la superficie terrestre.

2.3.12.5. Resolución angular. Se refiere a la capacidad de un sensor para capturar imágenes con un determinado ángulo de inclinación.

2.3.13. Técnicas de clasificación de imágenes satelitales

Según Conde et al. (2009), la clasificación de las imágenes satelitales son métodos automáticos realizados a través de la fotointerpretación o de análisis cuantitativos basados en la computación intensiva, los cuales se clasifican en dos tipos:

2.3.13.1. Clasificaciones supervisadas. Este tipo de clasificación es el más exacto y confiable, el cual requiere de la participación activa del interprete que realiza la clasificación, documentación auxiliar, verdad terrestre y/fotografía aérea con la finalidad de definir áreas de entrenamiento al clasificador.

2.3.13.2. Clasificaciones no supervisadas. Este tipo de clasificación la participación del operador es casi nula, solamente se tendrá que diseñar el algoritmo para la clasificación y validar el resultado de la clasificación realizada.

2.3.14. Calibración radiométrica

Es la transformación del número digital o nivel digital (ND) a cantidad de energía (radiancia) y ésta a niveles de reflectancia (Chander et al., 2009).

2.3.15. Corrección atmosférica

La información que obtiene el sensor depende de la energía reflejada por los elementos de la superficie terrestre y la energía que se dispersa o refleja por los fenómenos ocurridos en la atmosfera, por lo que la corrección atmosférica consiste en corregir los efectos de la atmósfera que modifican la energía reflejada por los objetos de la superficie (Ceja et al., 2017).

2.3.16. Matriz de confusión

Ésta se constituye a partir de la información obtenida en la imagen satelital la cual está conformada por N celdillas y M clases, en las columnas se encuentran las clases reales y en las filas se hallan las unidades cartográficas. Las clasificaciones correctas aparecen en la diagonal y las incorrectas fuera de ésta (Sánchez, 2016).

2.3.16.1. Fiabilidad de usuario. Es la probabilidad de que el área de una determinada cobertura sea clasificada como tal (Janssen y van der Wel, 1994).

2.3.16.2. Fiabilidad de productor. Es la proporción de coberturas verificadas en campo las cuales esten representadas en el mapa o en la base de datos como tal (Janssen y van der Wel, 1994).

2.3.17. Validación de la clasificación

Consiste en realizar una evaluación cualitativa de los resultados, en el que se analiza visualmente el grado de correspondencia entre las clasificaciones y la imagen

satelital. Posteriormente se aplica una evaluación cuantitativa a través de una matriz de confusión o de errores, que permite evaluar la exactitud temática de una clasificación de referencia, la cual es asumida como valor verdadero, es decir, el 100% de confiabilidad (Ardila et al., 2005).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

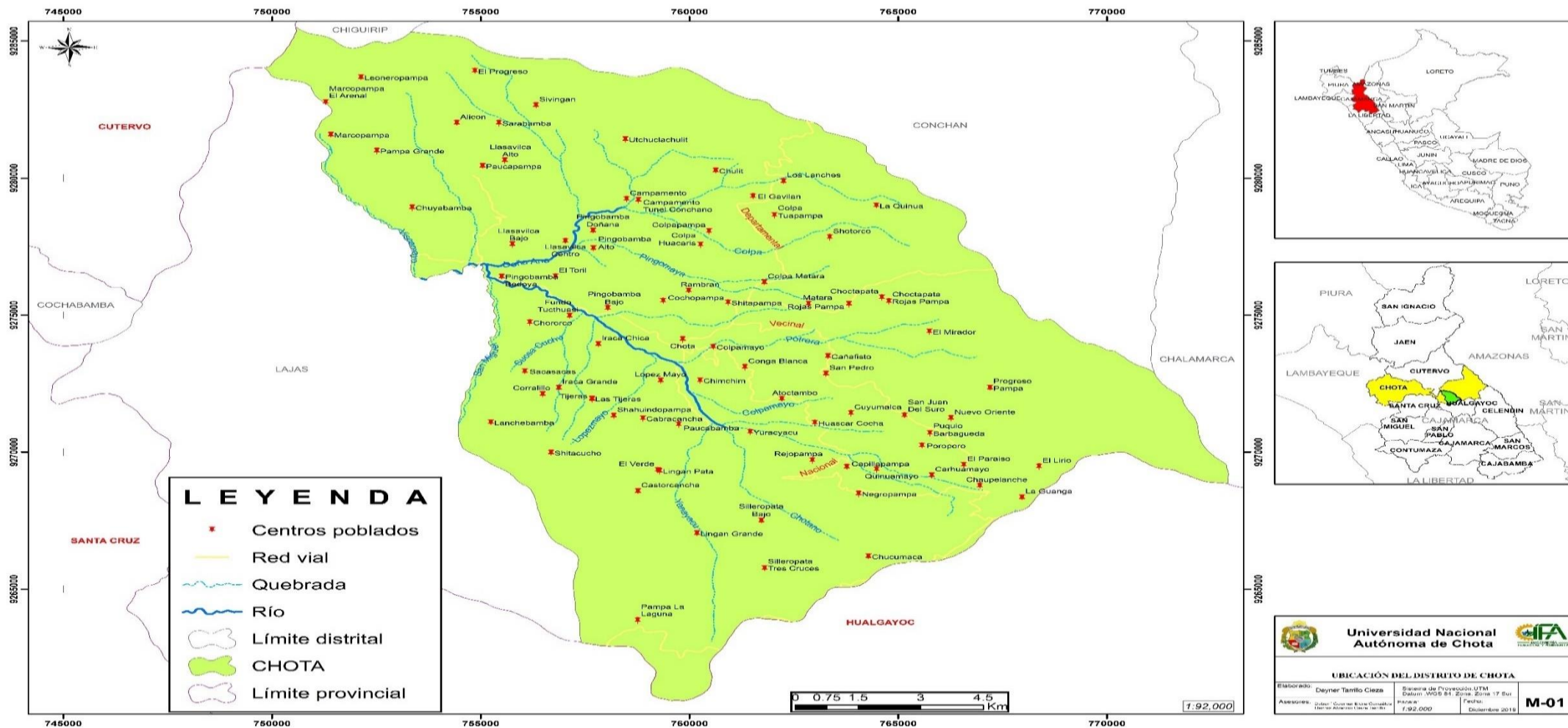
3.1. Ubicación

La investigación fue realizada en el distrito de Chota, ubicado en la provincia de Chota, departamento de Cajamarca, en Perú. Su capital se encuentra en la meseta de Acunta a 2 388 msnm a 159 km al norte de la ciudad de Cajamarca. Abarca una superficie de 26 826,83 ha, ocupando el 7,13 % de la provincia de Chota y el 0,81 % del departamento de Cajamarca (Arroyo, 2006).

El distrito de Chota limita por el norte con los distritos de Chiguirip y Conchan, por el oeste con el distrito de Lajas, por el este con los distritos de Conchan y Chalamarca y por el sur con el distrito de Bambamarca y Hualgayoc, estos últimos pertenecen a la provincia de Hualgayoc.

Figura 4

Ubicación del distrito de Chota



3.2. Población y muestra

En esta investigación la población es equivalente a las 26 826,83 ha que ocupa todo el territorio del distrito de Chota.

La determinación de la muestra se realizó en base a lo establecido por Congalton (1988), quien sugiere establecer un mínimo de 50 puntos para obtener una muestra representativa, estos fueron distribuidos en los nueve tipos de coberturas (polígonos) encontradas en el distrito de Chota, lo cual equivale al 1% de la población (268,27 ha); la distribución de la muestra se realizó mediante la herramienta de ArcGis Create Random Point.

3.3. Equipos, materiales e insumos

3.3.1. Equipos y materiales de campo

a. Materiales. Cuaderno de apuntes, formatos de campo, mapa cartográfico de las coberturas de la tierra del distrito de Chota, lapiceros, botas de jebe, poncho impermeable y machete.

b. Equipos. GPS, binoculares y cámara fotográfica.

3.3.2. Equipos, materiales de gabinete y Software

a. Materiales. Papel bond, lapiceros y lápices.

b. Equipos. Laptop, impresora y escáner.

c. Software. Microsoft Windows 10, Microsoft office 2013, ArcGis 10.5, Envi 4.8, Envi 5.3 y R 2.15.

3.4. Metodología de la investigación

En esta investigación se obtuvieron imágenes satelitales Landsat5 TM y Landsat8, para posteriormente realizar el proceso de clasificación, el cual se realizó en cinco etapas (figura 2), mediante *Corine Land Cover* (nivel II y III); se generó mapas temáticos sobre la cobertura y uso de la tierra utilizando la metodología estipulada por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014).

3.4.1. Tipo de investigación

Esta investigación es descriptiva y retrospectiva, debido a que los resultados obtenidos describen las transformaciones de la cobertura suscitadas desde el año 2003 al 2019, mediante el estudio de imágenes satelitales Landsat, para lo cual se realizó la verificación en campo permitiendo realizar observaciones con mayor confiabilidad de los datos obtenidos en gabinete.

3.4.2. Diseño de investigación

Esta investigación es no experimental. El análisis de los cambios de cobertura y uso de la tierra por actividades antrópicas, periodo 2003-2019 se basó en la metodología *Corine Land Cover* en un nivel II y III, para lo cual se analizó imágenes satelitales de Landsat 5 TM y Landsat8, realizándose en cinco etapas de clasificación (figura 2).

3.4.3. Fase inicial de gabinete

3.4.3.1. Recopilación de información cartográfica base. Se recopiló y seleccionó la información cartográfica para la elaboración de mapas base, para lo cual se accedió a las páginas web de diferentes instituciones como del gobierno regional de Cajamarca, a la Autoridad Nacional del Agua (ANA), al Ministerio del Ambiente y al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico en la que se obtuvo los shapefiles para la elaboración de dichos mapas.

Posterior a esto se procedió a la descarga del modelo de elevación digital (DEM) a través del geoservidor del ministerio del ambiente (<http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/downloadraster.aspx>) de la zona 17, seguidamente se seleccionó el sitio web <https://earthexplorer.usgs.gov/> perteneciente al Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por siglas en inglés) se descargaron de manera gratuita las imágenes satelitales tanto para el año 2003 y 2019; para el año 2003 se utilizó la imagen Landsat 5 TM del 21 de julio del 2003 y para el año 2019 la imagen Landsat 8 del 02 de agosto del 2019.

Tabla 1*Características de las imágenes satelitales descargadas*

ID	Satélite	Características					
		Fecha	Hora de toma	Nº de bandas	Resolución espacial (m)	Resolución temporal (días)	Resolución radiométrica (bits)
LT05_L1TP_009065_20030721_20161205_01_T1	Landsat 5	21/07/2003	15:22	11	30	16	8
LC08_L1TP_009065_20190802_20190819_01_T1	Landsat 8	2/08/2019	07:41	7	30	16	16

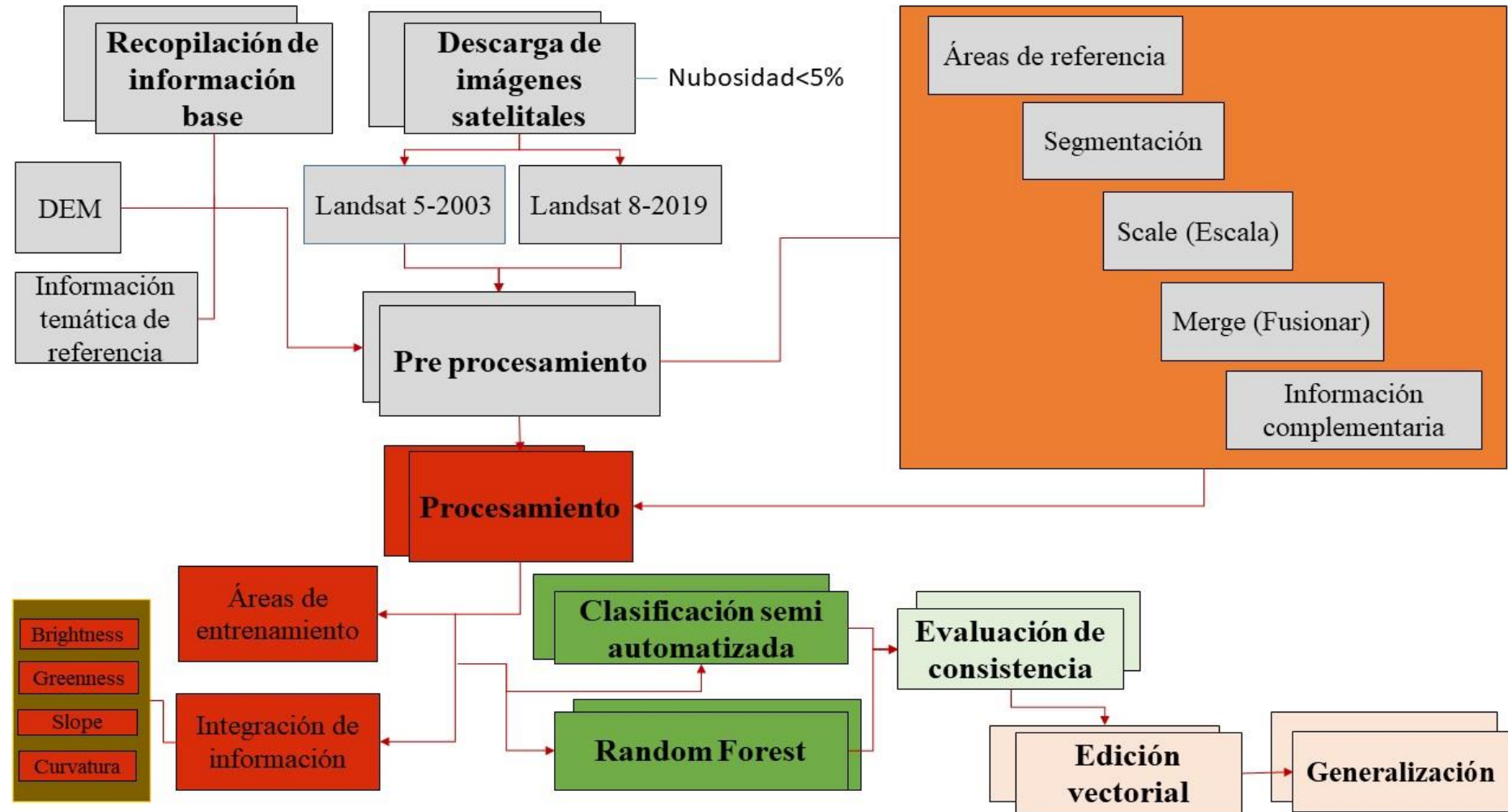
3.4.3.2. Pre procesamiento digital de imágenes satelitales.

- **Composición de imágenes satelitales descargadas.** Con el propósito de realzar los tipos de cobertura del área de estudio y facilitar la fotointerpretación, se realizó una composición de bandas (RGB) mediante el uso de software ENVI 4.8, en la que se utilizó la banda 3(*Red*), banda 2(*Green*), banda 1(*Blue*) para la imagen Landsat 5 TM y la banda 6 (*Red*), banda 5 (*Green*), banda 4 (*Blue*) para la imagen Landsat 8. Dicha composición de bandas nos permite obtener un contraste del color natural de la cobertura terrestre.
- **Corrección radiométrica y atmosférica de imágenes satelitales.** Este proceso se hizo mediante la utilización del software ENVI 5.3 con la finalidad de eliminar los efectos de la atmósfera y de esta manera tener una mejor interpretación de las imágenes satelitales obtenidas.

Seguidamente se trabajó las etapas I, II y III del proceso de clasificación representado en la siguiente figura.

Figura 5

Proceso de clasificación para la representación cartográfica



3.4.4. Etapa I

3.4.4.1. Área de referencia. Se realizó con el propósito de poder delimitar el área de estudio, para lo cual en el software ArcGIS se obtuvo un polígono del distrito de Chota obtenido de la página de la ZEE-OT de la región Cajamarca (<https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/node/588>), y posteriormente se recortaron las imágenes Landsat 5 TM y Landsat 8 de acuerdo al área delimitada, generando un archivo en formato raster de cada imagen.

3.4.4.2. Segmentación. Este proceso fue realizado en el software ENVI zoom 4.8, esto se hizo para dividir la imagen en segmentos mediante la agrupación de píxeles cercanos con características (brillo, color, textura) similares, considerándose lo siguiente:

- **Scale.** Para dividir una imagen satelital solo se requiere de un parámetro, el cual puede ser scale o level, el mismo que puede variar de 0 y 100, mientras más alto sea el valor los segmentos serán menores. En tal sentido la segmentación de la imagen Landsat 5 TM tuvo un valor de 20 y la imagen Landsat 8 un valor de 15.
- **Merge.** Este parámetro tiene un rango de 0 a 100 y es utilizado con la finalidad de unir segmentos pequeños a los más grandes e integrar aquellos segmentos no deseados que son generados por elementos presentes en la atmósfera, el valor de Merge utilizado en el proceso de segmentación de la imagen Landsat 5 TM tuvo un valor de 30 y la imagen Landsat 8 tuvo un valor de 20.

Tabla 2

Valores utilizados en la segmentación de las imágenes satelitales

Valores utilizados en la segmentación de las imágenes satelitales

Segmentación	Landsat 5 TM	Landsat 8
Scale	20	15
Merge	30	20

3.4.4.3. Información complementaria. Se empleó la herramienta “Coberturas tablas para R” (MINAM, 2013), la misma que permitió generalizar los segmentos utilizados en la clasificación, agrupando aquellos segmentos que se interceptaban generando una interrelación entre ellos, estableciendo automáticamente las clases de las áreas anteriormente definidas.

3.4.5. *Etapa II*

3.4.5.1. **Procesamiento digital de imágenes satelitales.**

a. Selección de segmentos (áreas de entrenamiento). Mediante la utilización del software ArcGIS se creó un polígono para reconocer aquellos segmentos que se mostraban consistentes, así mismo contenía información base para la clasificación automática.

b. Integración de información. Se logró mediante el algoritmo “recogiendoInfoRaster” (MINAM,2013) desarrollado en el software R, que permitió muestrear la información del Modelo de Elevación Digital (DEM) y las imágenes satelitales, para lo cual se consideró los siguientes elementos:

- **Brightness (brillo).** Son archivos (raster) que contienen información sobre el brillo obtenido de las imágenes satelitales Landsat 5 TM y Landsat 8.
- **Greenness (índice de verdor).** Son archivos (raster) que contienen datos sobre el verdor generado por las imágenes satelitales Landsat 5 TM y Landsat 8
- **Slope (pendiente).** Son archivos (raster) que contienen información de la pendiente en porcentaje, que fueron obtenidos del Modelo de Elevación Digital (DEM).
- **Curvatura.** Muestra información sobre las características de una cuenca como la pendiente, orientación, curvatura del perfil con la finalidad analizar la influencia de estas sobre la erosión y sedimentación; generándose una tabla en formato dbf y Rdata que contiene información sobre las curvas de nivel del terreno.

3.4.6. Etapa III

3.4.6.1. Clasificación semi automatizada. Se obtuvo aplicando el algoritmo “filtrar.tabla.todo.rf.2” (MINAM, 2013) de R, el cual procesa la tabla de segmentos, las áreas de entrenamiento y el archivo generado en la “información complementaria”, obteniéndose un mapa en formato raster de las coberturas identificadas.

3.4.6.2. Random forest (bosque aleatorio). Este algoritmo permitió verificar cuan real es el mapa obtenido, este procesa la información generada por las áreas de entrenamiento, para lo cual crea árboles de decisión en la que cada árbol genera un resultado, el árbol que mayores votos obtiene es el resultado correctamente clasificado.

3.4.7. Etapa IV

3.4.7.1. Fase de campo (Evaluación de la consistencia). Se hizo con la finalidad de correlacionar la clasificación supervisada de los mapas y validarlos con la cobertura existente en el área estudiada. La verificación en campo fue realizada los días 07/12/2019, 08/12/2019, 09/12/2019, 11/12/2019, 14/12/2019 y 15/12/2019, mediante 50 puntos de verificación de campo trazados mediante una red de puntos GPS, para lo cual se dividió al distrito de Chota en tres partes: Chota norte, Chota centro y Chota sur, luego se distribuyeron aleatoriamente los puntos GPS mediante la herramienta ArcGis Create Random Point, para la verificación de estos puntos se recopiló información sobre las características de la cobertura, altitud y uso de la tierra como cultivos transitorios, bosques plantados, herbazales, arbustal, etc.

3.4.8. Etapa V (Fase final de gabinete)

3.4.8.1. Edición vectorial. Este proceso se rectificó los resultados de la clasificación de las imágenes satelitales en el software ArcGIS 10.5, para esto se descargó los puntos de control tomados con GPS en campo, y se realizaron correcciones de los tipos de cobertura en los casos donde se identificaron errores de clasificación.

3.4.8.2. Generalización. Luego de haber validado el mapa de clasificación con la información obtenida en campo, los tipos de cobertura fueron generalizados, utilizando como simbología un tono de color diferente para cada cobertura, finalmente fueron generados los mapas temáticos correspondientes.

Las coberturas resultantes en los mapas temáticos tanto para el año 2003 y el año 2019, fueron procesadas en el software ArcGIS 10.5 y analizadas en el espacio y tiempo, a partir de la agrupación e intersección de las coberturas. Los resultados obtenidos de este proceso se analizaron por variación de superficie y cobertura.

3.5. Análisis estadístico

Haciendo uso del algoritmo “filtrar. tabla. todo.rf.2” R se generó una matriz de confusión sobre la clasificación, esto se realizó con el propósito de determinar el porcentaje de fiabilidad de la clasificación de ambas imágenes satelitales analizadas (2003 y 2019), del mismo modo, mediante la utilización del software Excel 2013 se determinó el índice Kappa, para lo cual se tomó los datos de la clasificación obtenidos en la matriz de confusión.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Categorías de la cobertura y uso de la tierra identificadas en el distrito de Chota, durante el periodo 2003-2019.

En base a la metodología *Corine Land Cover* nivel II y III, se identificó nueve tipos de coberturas durante el periodo 2003-2019 (Tabla 6), a partir de las cuales se pudo analizar cuantitativa y cualitativamente la cobertura de la tierra del distrito de Chota.

Tabla 3

Coberturas de la tierra identificadas en el distrito de Chota

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	SIMBOLOGÍA
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo	TUC
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios		CT
	2.3. Pastos		PA
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.2. Bosques plantados		BP
	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1. Herbazal	HER
		3.3.2. Arbustal	AR
	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	3.4.2. Afloramiento rocoso	AFR
3.4.3. Tierras desnudas		TD	
5. Superficies de Agua	5.1. Aguas continentales	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	LLCN

Nota. Según *Corine Land Cover*, la numeración presente antes del nombre de las coberturas de la tierra, es considerada como la codificación que representa a cada una de ellas.

4.1.1. 1. Áreas artificializadas

a. 1.1. Áreas urbanizadas

1.1.1. Tejido urbano continuo. Ésta cobertura está conformada por aquellos espacios donde se encuentran construcciones continuas de viviendas u otro tipo de infraestructura urbana, asimismo asociado a ello las vías de comunicación. En el área de estudio, la gran parte lo conforma la ciudad de Chota y en menor extensión los centros poblados de Chuyabamba y Cabracancha, donde podemos encontrar construcciones civiles de material noble y material rústico. El crecimiento de la zona urbana es considerado como el proceso territorial y socioeconómico que ocasiona el cambio radical de la cobertura de la tierra (Weber y Puissant, 2003), generalmente estas áreas se encuentran ocupadas por paisajes naturales o están dedicadas a actividades agrícolas. Ésta cobertura constituye uno de los mayores cambios sobre el ambiente, debido a que cambia su climatología y la del área aledaña (Tang et al., 2008).

Figura 6

Tejido Urbano Continúo del distrito de Chota



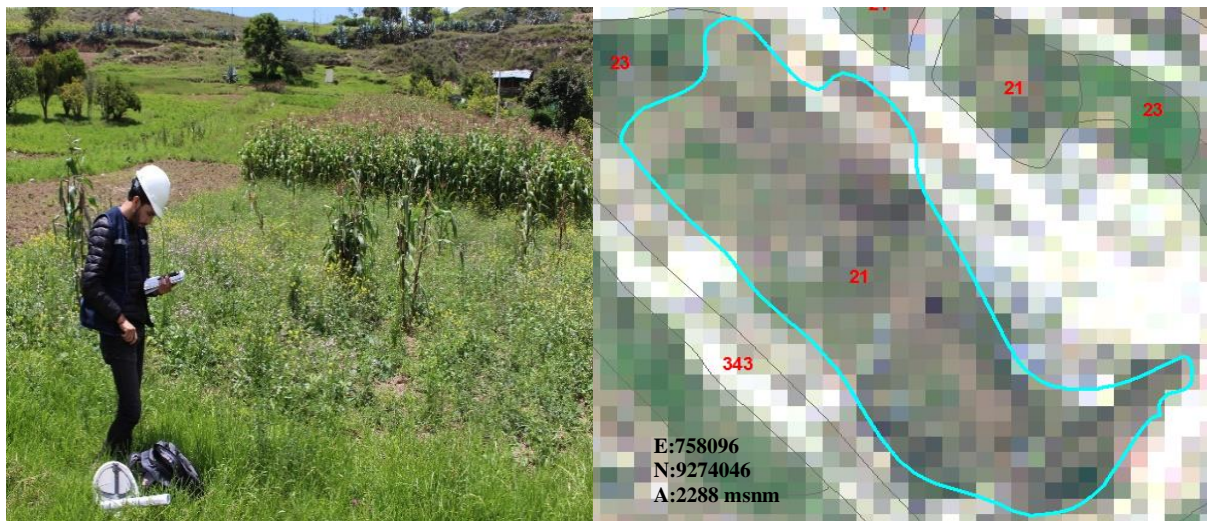
4.1.2. 2. Áreas agrícolas

a. 2.1. Cultivos transitorios. Se encuentra distribuido en todo el distrito de Chota y es la que mayor área ocupa, su característica principal es; que después de cada cosecha de un cultivo se vuelve a sembrar para seguir produciendo. En las zonas bajas (quechua) del distrito, esta

cobertura se encuentra conformada principalmente por áreas de cultivos de maíz (*Zea mays*), arveja (*Pisum sativum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), habas (*Vicia faba*) y papa (*Solanum tuberosum*); y en las zonas de jalca donde la temperatura disminuye existe la presencia de áreas de cultivos de oca (*Oxalis tuberosa*), Olluco (*Ullucus tuberosus*) y papa (*Solanum tuberosum*). En la sierra del Perú, las áreas agrícolas generalmente se encuentran en unidades relativamente pequeñas y de manera aislada, es decir que la población se dedica a sembrar cultivos en áreas pequeñas (Alcántara, 2012). Pues lo contrario sucede en la costa y parte de la selva peruana, debido a que existen empresas agroexportadoras que se dedican a sembrar cultivos agrícolas en grandes extensiones de terreno.

Figura 7

Áreas con cultivos transitorios ubicados en la comunidad de Shahuindopampa



b. 2.3. Pastos. Abarca principalmente aquellas áreas cubiertas con hierbas densas, destinadas al pastoreo permanente de dos o más años, misma que se encuentra distribuido en todo el distrito de Chota y generalmente está asociado a cultivos transitorios.

La característica principal es que en gran parte se debe a la introducción de especies exóticas, su distribución depende las condiciones edafoclimáticas de cada lugar, en las zonas bajas del distrito generalmente se encuentran especies de grama (*Cynodon dactylon*), kikuyo

(*Pennisetum clandestinum*), Rye gras (*Lolium multiflorum*), trébol rojo (*Trifolium pratense*) y trébol blanco (*Trifolium repens*); y las partes alto andinas donde la temperatura disminuye encontramos a especies de Rye gras (*Lolium multiflorum*), trébol rojo (*Trifolium pratense*) y trébol blanco (*Trifolium repens*).

La existencia de las áreas de pastos está destinada principalmente a la producción ganadera la cual permite retribuir las necesidades generadas por el constante desarrollo y crecimiento económico de una localidad (Cardona et al., 2012). Este tipo de cobertura generalmente se encuentra asociado con áreas agrícolas, herbazales y en sistemas silvopastoriles (Alcántara, 2012).

Figura 8

Área de pastos en el centro poblado de Choctapata Rojas Pampa



4.1.3. 3. Bosques y áreas mayormente naturales

a. 3.2. Bosques plantados. Está constituida por plantaciones forestales, bajo la intervención directa del hombre. En el distrito de Chota, existen plantaciones de *Pinus patula* y *Pinus radiata*, gran parte de la cobertura conformada por estas especies se encuentran en las zonas alto andinas (Pampa La Laguna, El Lirio y Choctapata) del distrito, y en las partes bajas existe mayor presencia de bosques de eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Generalmente la ubicación de ésta cobertura de la tierra se encuentra en terrenos marginados por el sector agrícola (Vergara et al., 2018). En la sierra del Perú los bosques plantados se encuentran en pequeñas

extensiones de territorio, los mismos que son manejados directamente por pobladores de las comunidades campesinas (Guariguata et al., 2017).

Figura 9

Bosque plantado de Pinus patula ubicado en de centro poblado de Choctapata

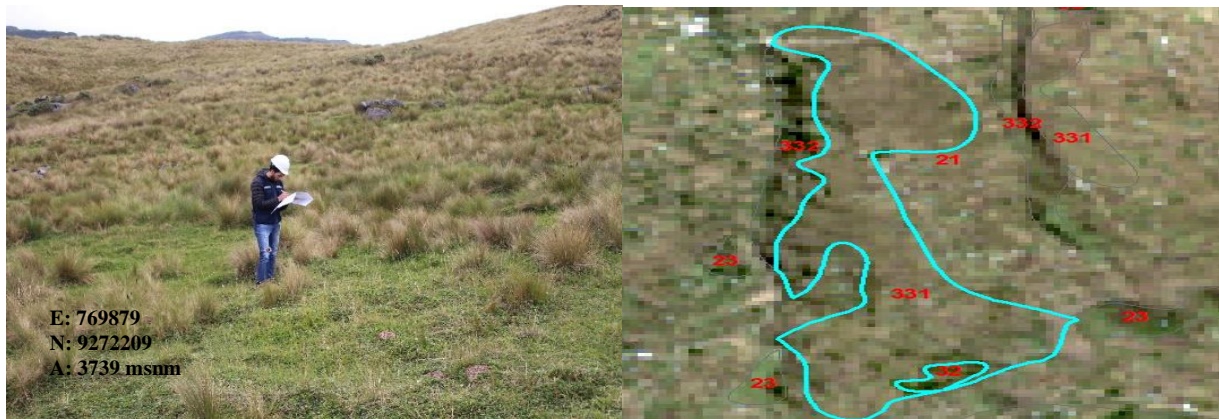


b. 3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo.

3.3.1. Herbazal. Son especies herbáceas, desarrolladas de forma natural. En zonas de jalca del distrito de Chota, esta cobertura se encuentra conformada principalmente por ichu (*Stipa ichu*); según Oliva et al. (2017), la cobertura conformada por esta especie se encuentran en las zonas alto andinas del Perú, comúnmente denominadas páramos, los cuales se considera como el segundo ecosistema con más valor ecológico después de los bosques tropicales. Por otro lado, en las zonas bajas del distrito de Chota existen herbazales conformados por especies de cortadera (*Cortaderia selloana*), Gara Gara (*Pteridium aquilinum*), *Schizachyrium sanguineum*, etc, los cuales se encuentran en áreas empinadas. La existencia de ésta cobertura es de carácter natural, la misma que en la actualidad está siendo fragmentada debido al incremento de la agricultura y la ganadería (Suárez-Parra et al., 2016). Según Rojas (2017), el impacto producido sobre los herbazales es de forma negativa, debido a que la pérdida de esta cobertura ocasiona erosión en los suelos.

Figura 10

Cobertura herbácea de ichu (*Stipa ichu*) ubicado en el centro poblado de Progreso Pampa



3.3.2. Arbustal. En el distrito de Chota este tipo de cobertura está conformada por especies que se desarrollan de forma natural, las cuales se caracterizan por ser fuertemente ramificadas desde la base y no tener una copa definida (Gautreau y Lezama, 2009). En este distrito se encuentran especies arbustivas como la zarzamora (*Rubus fruticosus*), tayango (*Baccharis nítida*), chilca (*Baccharis latifolia*), maimai (*Monnina conferta*), etc. Según Alcántara (2012), en el departamento de Cajamarca esta cobertura natural, en su mayor parte se encuentran ocupando un paisaje de laderas y colinas de diferentes cerros. Debido al incremento de la agricultura y la ganadería en la región de Cajamarca las tierras con este tipo de cobertura están siendo fragmentadas de forma considerable, ocasionando la pérdida de la biodiversidad existente (Cieza, 2017).

Figura 11

Vegetación arbustiva ubicada en el centro poblado de Rojas Pampa



c. 3.4 Áreas sin o con poca vegetación

- “3.4.2. *Afloramiento rocoso*”. En el distrito de Chota este tipo de cobertura lo representa claramente el bosque de piedras localizado en el centro poblado de Chucumaca. Éste se encuentra al sur de la ciudad de Chota con las siguientes coordenadas geográficas: Este:764741; Norte: 9265769, con altitud de 2493 msnm. Este tipo de cobertura es considerada como un atractivo turístico en la región de Cajamarca, debido a que presenta diferentes texturas en su superficie por el grado de erosión que soportan. Según Avellaneda-Cadena y Betancur (2007), las fisuras de la roca varían en cuanto a su profundidad y longitud, pudiendo ser horizontales o verticales y tener diferentes grados de humedad, cuyas características los convierten a esta cobertura como el principal atractivo turístico.

En el departamento de Cajamarca existe tres principales atractivos turísticos que pertenecen a este tipo de cobertura, estos son el Bosque de piedras de Chucumaca, Bosque de piedras el Pilco (Sócota-Cutervo) y el Bosque de piedras de Cumbemayo (Gobierno Regional Cajamarca, 2019).

Figura 12

Afloramiento rocoso del distrito de Chota ubicado en el centro poblado de Chucumaca



“3.4.3. Tierras desnudas”. Corresponde a las superficies de terreno con escasa cobertura vegetal, debido a la presencia de procesos tanto naturales como antrópicos que ocasionan la degradación del suelo (Orihuela, 2019). La gran parte de esta cobertura se encuentran ubicada al nor-oeste del distrito de Chota, estas áreas se caracterizan por no tener vegetación o es muy escasa, y esto hace que el nivel de degradación del suelo sea elevado. Según Muñoz et al. (2013), la cobertura o uso de la tierra influye en la alteración física y biológica del suelo, y si la vegetación es escasa conlleva a la alteración de las propiedades físicas del suelo, es decir que, la degradación del suelo es consecuencia de la reducción de la materia orgánica.

Figura 13

Tierras desnudas ubicadas en el centro poblado del Campamento Túnel Conchano



4.1.4. “5. Superficies de Agua”

a. “5.1. Aguas continentales”

- “5.1.2. *Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes*”. Este tipo de cobertura es la menos predominante en el distrito, está conformada principalmente por lagunas. Según Medina y Mejía (2014), la pequeña área que presenta este tipo de cobertura en el Perú es considerada como consecuencia del cambio climático a nivel global. Por lo general el calentamiento global ha traído como consecuencia la reducción significativa en la disponibilidad de agua provocando riesgos críticos a las poblaciones locales que son dependientes de este recurso para los medios de subsistencia (Díaz et al., 2017).

Figura 14

Laguna ubicada en el centro poblado de Choctapata



4.2. Análisis de la cobertura y uso de la tierra durante el periodo 2003-2019

De las imágenes satelitales analizadas, se obtuvo mapas de cobertura y uso de la tierra del distrito de Chota para los años 2003 y 2019.

4.2.1. Cobertura y uso de la tierra del año 2003

4.2.1.1. Análisis de la clasificación para el año 2003

4.2.1.1.1. Matriz de confusión. En esta matriz se muestra el porcentaje de fiabilidad del producto y del usuario en la clasificación de la imagen satelital.

Tabla 4

Matriz de confusión sobre la clasificación de la imagen satelital del año 2003

Resultados de la clasificación \ Categorias	1.1.1	2.1	2.3	3.2	3.3.1	3.3.2	3.4.2	3.4.3	5.1.2	TOTAL	F. USUARIO (%)	ERROR DE COMISIÓN (%)
	1.1.1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12	100
2.1	0	13	0	0	0	0	0	1	0	14	92,86	7,14
2.3	0	0	15	0	0	0	0	0	0	15	100	0
3.2	0	0	0	14	0	0	0	0	0	14	100	0
3.3.1	0	0	0	0	13	0	0	0	0	13	100	0
3.3.2	0	0	0	1	0	13	0	0	0	14	92,86	7,14
3.4.2	0	0	0	0	0	0	15	0	0	15	100	0
3.4.3	0	1	0	0	0	0	0	14	0	15	93,33	6,67
5.1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	100	0
TOTAL	12	14	15	15	13	13	15	15	12	124	FIABILIDAD GLOBAL	
F. PRODUCTOR (%)	100	92,86	100	93,33	100	100	100	93,33	100	97,72	(%)	
ERROR DE OMISIÓN (%)	0	7,14	0	6,67	0	0	0	6,67	0		97,67	

Nota. Codificación de las coberturas: 1.1.1 (tejido urbano continuo), 2.1 (cultivos transitorios), 2.3 (pastos), 3.2 (bosques plantados), 3.3.1 (herbazal), 3.3.2 (arbustal), 3.4.2 (afloramientos rocosos), 3.4.3 (tierras desnudas) y 5.1.2 (Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes).

a. Interpretación de la matriz de confusión. En las filas se muestra la fiabilidad del usuario, lo cual indica el porcentaje correcto de las áreas de entrenamiento asignadas o mostradas en la imagen satelital para cada categoría, es decir, el resultado de la clasificación, en tal sentido las categorías en la que la fiabilidad de usuario fue del 100% corresponde a tejido urbano continuo, pastos, bosques plantados, herbazal, afloramientos rocosos y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes, por lo que para estas categorías no existió error de comisión; así mismo, las categorías en la que existió error fueron los cultivos transitorios, arbustal y tierras desnudas. Según Chuvieco (1990), el error de comisión es el número de áreas de entrenamiento que, perteneciendo a una determinada clase, no fueron incluidos en ella, por lo que su complemento es la precisión del usuario.

En las columnas se muestra la fiabilidad del productor, es decir el porcentaje de las áreas de entrenamiento digitalizadas correctamente sobre cada categoría, por lo que, las categorías que la fiabilidad del productor fue del 100% corresponde al tejido urbano continuo, pastos, herbazal, arbustal, afloramientos rocosos y las lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes, por lo que para estas categorías no existió error de omisión; asimismo, las categorías en la que existió error fueron los cultivos transitorios, bosques plantados y las tierras desnudas. Según Chuvieco (1990), el error de omisión es el número de áreas de entrenamiento que, perteneciendo a una determinada categoría, no fueron incluidos en ella, por lo que su complemento es la precisión del productor.

4.2.1.2. Índice Kappa.

Cálculo del índice Kappa para el año 2003.

P_o= Proporción de concordancia observada

$$P_o = \frac{12 + 13 + 15 + 14 + 13 + 13 + 15 + 14 + 12}{124} = 0,976$$

P_e= Proporción de concordancia esperada al azar

$$= \frac{(12 \times 12) + (13 \times 14) + (15 \times 15) + (14 \times 14) + (13 \times 13) + (13 \times 14) + (15 \times 15) + (14 \times 15) + (12 \times 12)}{124^2}$$

Pe= 0,109

K= índice Kappa

$$K = \frac{0,98 - 0,11}{1 - 0,11} = 0,97$$

Se obtuvo un índice Kappa de 0,97, por lo que según la valoración Kappa (tabla 2) indica que la fuerza de concordancia es **casi perfecta**. Este índice indica el grado de precisión de la clasificación, si el valor de K es próximo a 1, indica concordancia plena entre la realidad y el mapa, mientras que un valor negativo cercano a cero o negativo sugiere que la clasificación es pobre (Chuvieco, 1990).

4.2.1.3. Porcentaje correctamente clasificado. Para el año 2003, el porcentaje de clasificación correcta fue de 97,67%, por lo que según la valoración Kappa nos indica que es **casi perfecta** (tabla 2). Este resultado indica la precisión de la clasificación, por lo que una clasificación adecuada indica que las clases están en lugares donde realmente existen, es decir que la precisión de la clasificación indica el nivel de confianza que debemos tener en los resultados obtenidos; las clasificaciones sean del tipo que sean, no son 100% precisas (Chuvieco, 1990).

En la tabla 8 y la figura 13 se muestra los resultados de la clasificación de la cobertura y uso de la tierra para el año 2003, obtenida según la metodología Corine Land Cover.

Tabla 5

Clasificación de la cobertura y uso de la tierra del distrito de Chota para el año 2003

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	SIMBOLOGÍA	ÁREA (ha)	(%)
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo	TUC	162,05	0,60
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios		CT	14861,85	55,40
	2.3. Pastos		PA	3374,65	12,58

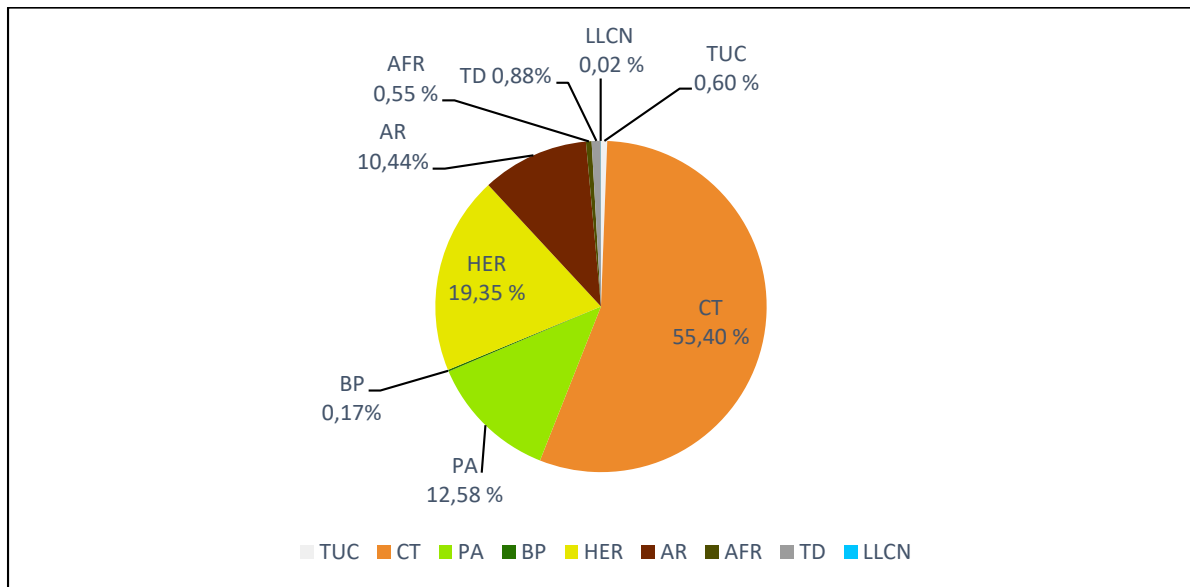
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.2. Bosques plantados		BP	45,53	0,17
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1. Herbazal	HER	5190,03	19,35
		3.3.2. Arbustal	AR	2802,05	10,44
	3.4 Áreas sin o con poca vegetación	3.4.2. Afloramiento rocoso	AFR	147,40	0,55
		3.4.3. Tierras desnudas	TD	236,77	0,88
5. Superficies de Agua	5.1. Aguas continentales	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	LLCN	6,51	0,02
TOTAL				26826,83	100

Nota. La clasificación es según la metodología Corine Land Cover adaptada para Perú.

Según los datos obtenidos (tabla 8), los cultivos transitorios, el herbazal y los pastos, son las coberturas de mayor extensión en el distrito, ocupan el 55,40%, 19,35% y el 12,58% del área total respectivamente, es decir que el 87,33% del área del distrito en 2003 estaba conformado por estas tres coberturas y solo el 12,67 % del área del distrito pertenecía a tejido urbano continuo, bosques plantados, arbustal, afloramientos rocosos, tierras desnudas y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes; esta última es la cobertura que menor área ocupa, la cual representa tan solo el 0,02% del área total del distrito. Este resultado es similar al obtenido por Cieza (2017), el cual determinó que la mayor parte del área en la que realizó su estudio, estaba representada por cultivos transitorios. Por otro lado Rubio (2018), obtuvo un resultado distinto, considerando que la cobertura que mayor área ocupa en el distrito de Lajas para el año 2002 son los pastos y los cultivos transitorios es la segunda categoría de mayor extensión en dicho distrito.

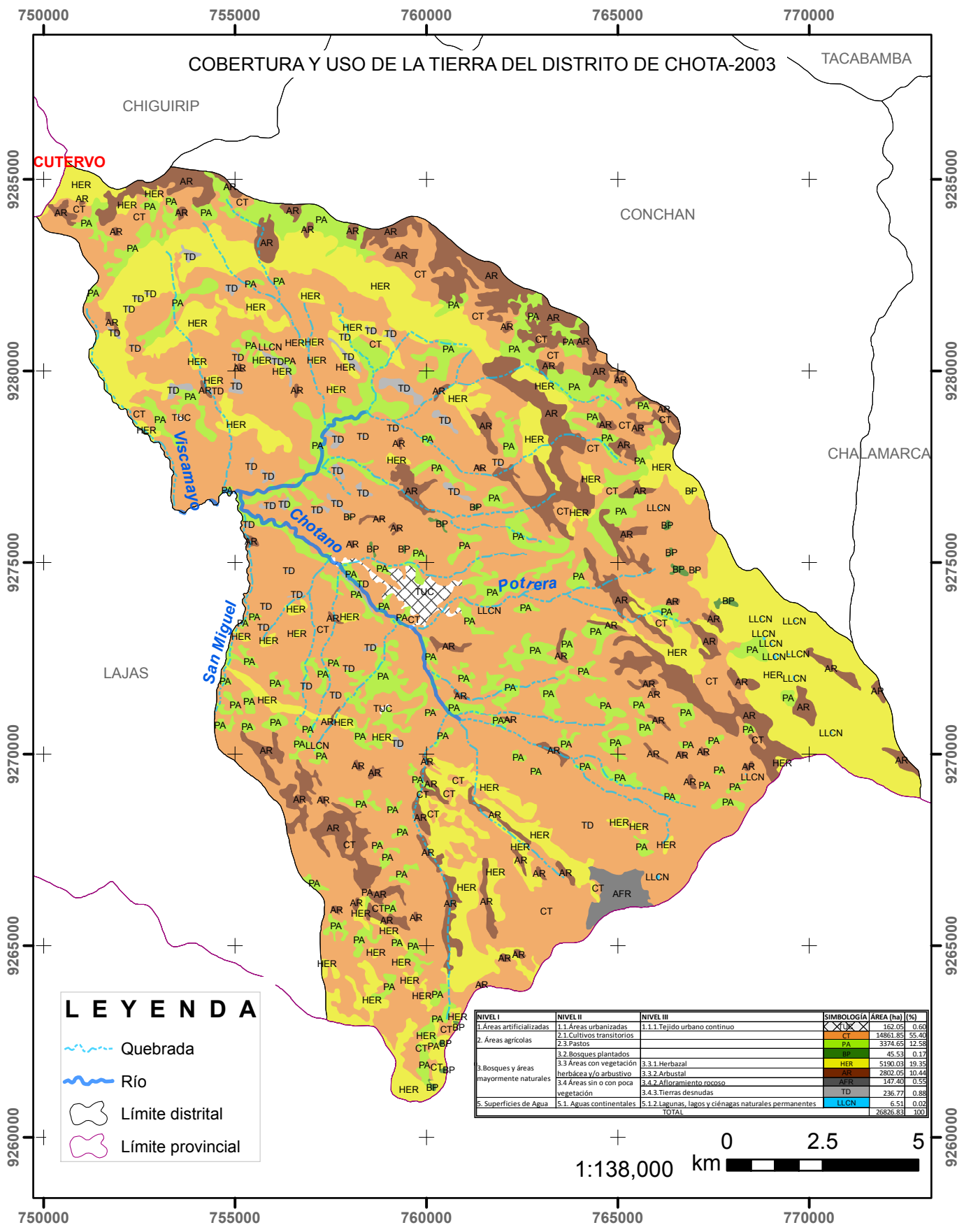
Figura 15

Representación porcentual de la cobertura de la tierra del distrito de Chota para el año 2003



La figura 12 muestra el porcentaje que representa cada cobertura para el año 2003, siendo los cultivos transitorios y el herbazal las coberturas que mayor área ocupan, seguido de las coberturas de pastos y arbustal; por último, tenemos a las coberturas de tierras desnudas, tejido urbano continuo, afloramiento rocoso, bosques plantados y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes; estas coberturas abarcan áreas mínimas del distrito.

Por lo que se dedujo, que la gran parte de la cobertura de la tierra para el año 2003, es producto de la intervención antrópica, pues si sumamos todas estas coberturas producidas por el hombre (tejido urbano continuo, cultivos transitorios, pastos, bosques plantados y tierras desnudas) se obtiene que éstas representan el 69,64% del área total del distrito y solo el 30,36% corresponde a la cobertura natural (herbazal, arbustal, afloramientos rocosos y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes). En este sentido, la influencia antrópica es la mayor responsable de los cambios producidos sobre la cobertura de la superficie terrestre (Nájera et al., 2010)

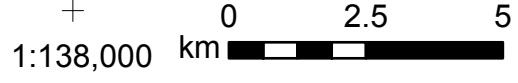


COBERTURA Y USO DE LA TIERRA DEL DISTRITO DE CHOTA-2003

LEYENDA

- Quebrada
- Río
- Límite distrital
- Límite provincial

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	SIMBOLOGÍA	ÁREA (ha)	(%)
1. Áreas artificializadas	1.1 Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo		162.05	0.69
2. Áreas agrícolas	2.1 Cultivos transitorios			14861.85	55.40
	2.3 Pastos			3374.65	12.58
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.2 Bosques plantados			45.53	0.17
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal		5190.03	19.35
	3.4 Áreas sin o con poca vegetación	3.4.2 Arbustal		2892.05	10.44
		3.4.3 Aforamiento rocoso		147.40	0.55
5. Superficies de Agua	5.1 Aguas continentales	5.1.2 Tierras desnudas		236.77	0.88
		5.1.2 Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes		6.51	0.02
TOTAL				26826.83	100



4.2.2. Cobertura y uso de la tierra del año 2019

4.2.2.1. Resultado de la clasificación.

4.2.2.1.1. *Matriz de confusión.* En esta matriz se muestra el porcentaje de fiabilidad del productor y del usuario en la clasificación de la imagen satelital.

Tabla 6

Matriz de confusión sobre la clasificación de la imagen satelital del año 2019

<i>Resultados de la clasificación</i> Categorías	1.1.1	2.1	2.3	3.2	3.3.1	3.3.2	3.4.2	3.4.3	5.1.2	TOTAL	F. USUARIO (%)	ERROR DE COMISIÓN
1.1.1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12	100	0
2.1	0	13	0	0	0	0	0	1	0	14	92,86	7,14
2.3	0	0	13	0	0	0	0	0	0	13	100	0
3.2	0	0	0	11	0	1	0	0	0	12	91,67	8,33
3.3.1	0	0	0	0	12	0	0	0	0	12	100	0
3.3.2	0	0	0	0	0	12	0	0	0	12	100	0
3.4.2	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10	100	0
3.4.3	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13	100	0
5.1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	100	0
TOTAL	12	13	13	11	12	13	10	14	10	108	FIABILIDAD GLOBAL	
F. PRODUCTOR (%)	100	100	100	100	100	92,31	100	92,86	100	98,35	(%)	
ERROR DE EMISIÓN	0	0	0	0	0	7,69	0	7,14	0		98,28	

Nota: La codificación de las coberturas es la siguiente: 1.1.1 (tejido urbano continuo), 2.1 (cultivos transitorios), 2.3 (pastos), 3.2 (bosques plantados), 3.3.1 (herbazal), 3.3.2 (arbustal), 3.4.2 (afloramientos rocosos), 3.4.3 (tierras desnudas) y 5.1.2 (Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes).

a. Interpretación de la matriz de confusión. En las filas se muestra la fiabilidad del usuario, lo cual indica el porcentaje correcto de las áreas de entrenamiento asignadas o mostradas en la imagen satelital para cada categoría, es decir, el resultado de la clasificación; en tal sentido las categorías en la que la fiabilidad de usuario fue del 100% corresponde a tejido urbano continuo, pastos, herbazal, arbustal, afloramientos rocosos, tierras desnudas y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes, por lo que para estas categorías no existió error de comisión; asimismo las categorías en la que existió error fueron los cultivos transitorios, y bosques plantados.

En las columnas de la tabla 9 se muestra la fiabilidad del productor, es decir el porcentaje de las áreas de entrenamiento digitalizadas correctamente sobre cada categoría, por lo que, las categorías que la fiabilidad del productor fue del 100% corresponde al tejido urbano continuo, cultivos transitorios, pastos, herbazal, afloramientos rocosos y las lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes, es decir que para estas categorías no existió error de omisión; asimismo las categorías en la que existió error fueron los arbustal y las tierras desnudas.

4.2.2.2. Índice Kappa.

Cálculo del índice Kappa para el año 2019.

Po= Proporción de concordancia observada

$$Po = \frac{12 + 13 + 13 + 11 + 12 + 12 + 10 + 13 + 10}{108} = 0,981$$

Pe= Proporción de concordancia esperada al azar

$$= \frac{(12 \times 12) + (13 \times 14) + (13 \times 13) + (11 \times 12) + (12 \times 12) + (12 \times 12) + (10 \times 10) + (13 \times 13) + (10 \times 10)}{108^2}$$

Pe= 0,110

K= índice Kappa

$$K = \frac{0,98 - 0,11}{1 - 0,11} = 0,98$$

Se obtuvo un índice Kappa de 0,98, por lo que según la valoración Kappa (tabla 2) indica que la fuerza de concordancia es **casi perfecta**. Este índice indica el grado de precisión de la clasificación, si el valor de K es próximo a 1 indica una concordancia plena entre la realidad y el mapa, mientras que un valor negativo cercano a cero o negativo sugiere que la clasificación es pobre (Chuvienco, 1990).

4.2.2.3. Porcentaje correctamente clasificado. La clasificación correcta para el año 2019 fue de 98,28%, por lo que según Kappa indica que es casi perfecta (tabla 2).

En la tabla 10 y la figura 15 se muestra los resultados de la clasificación de la cobertura y uso de la tierra para el año 2019, obtenida según la metodología Corine Land Cover.

Tabla 7

Clasificación de la cobertura y uso de la tierra del distrito de Chota para el año 2019

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	SIMBOLOGÍA	ÁREA (ha)	(%)
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo	TUC	358,37	1,34
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios		CT	17796,50	66,34
	2.3. Pastos		PA	2958,62	11,03
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.2. Bosques plantados		BP	188,87	0,70
	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1. Herbazal	HER	3336,06	12,44
		3.3.2. Arbustal	AR	1517,10	5,66
	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	3.4.2. Afloramiento rocoso	AFR	131,15	0,49
3.4.3. Tierras desnudas		TD	535,68	2,00	
5. Superficies de Agua	5.1. Aguas continentales	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	LLCN	4,48	0,02
TOTAL				26826,83	100

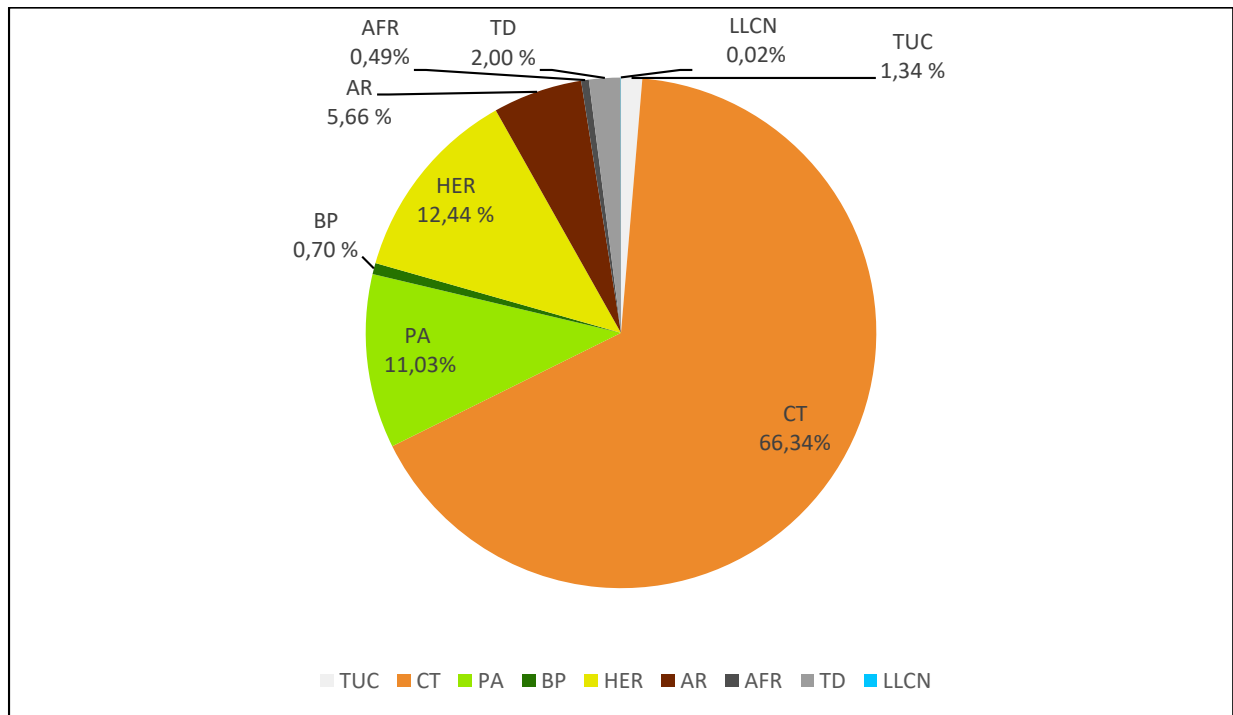
Nota. La clasificación es según la metodología Corine Land Cover adaptada para el Perú.

Para el año 2019, los cultivos transitorios es la cobertura de mayor extensión, abarca el 66,34% del área total del distrito, seguido del herbazal y los pastos con el 12,44% y el 11,03% respectivamente; es decir que el 89,81% del área total del distrito es ocupada por estas tres coberturas y solo el 10,19% corresponde al tejido urbano continuo, bosques plantados, arbustal, afloramientos rocosos, tierras desnudas y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes.

Si comparamos los resultados obtenidos para este año de estudio con respecto al año 2003, las coberturas que ocuparon mayor área en ese entonces siguen ocupando el mismo puesto en el año 2019. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Rubio (2018) y Cieza (2017), los cuales obtuvieron que para el último periodo de estudio en los distritos de Lajas y Matara, las coberturas que mayor área ocupaban en el primer año de análisis, siguieron siendo consideradas como las que mayor área abarcaban para el último periodo de análisis a pesar de que algunas de ellas disminuyeron su área. Esto se debe a que las principales actividades a las que se dedica la población de estos distritos son la agricultura y la ganadería, las cuales están relacionadas con el uso de áreas para cultivos transitorios y pastos.

Figura 17

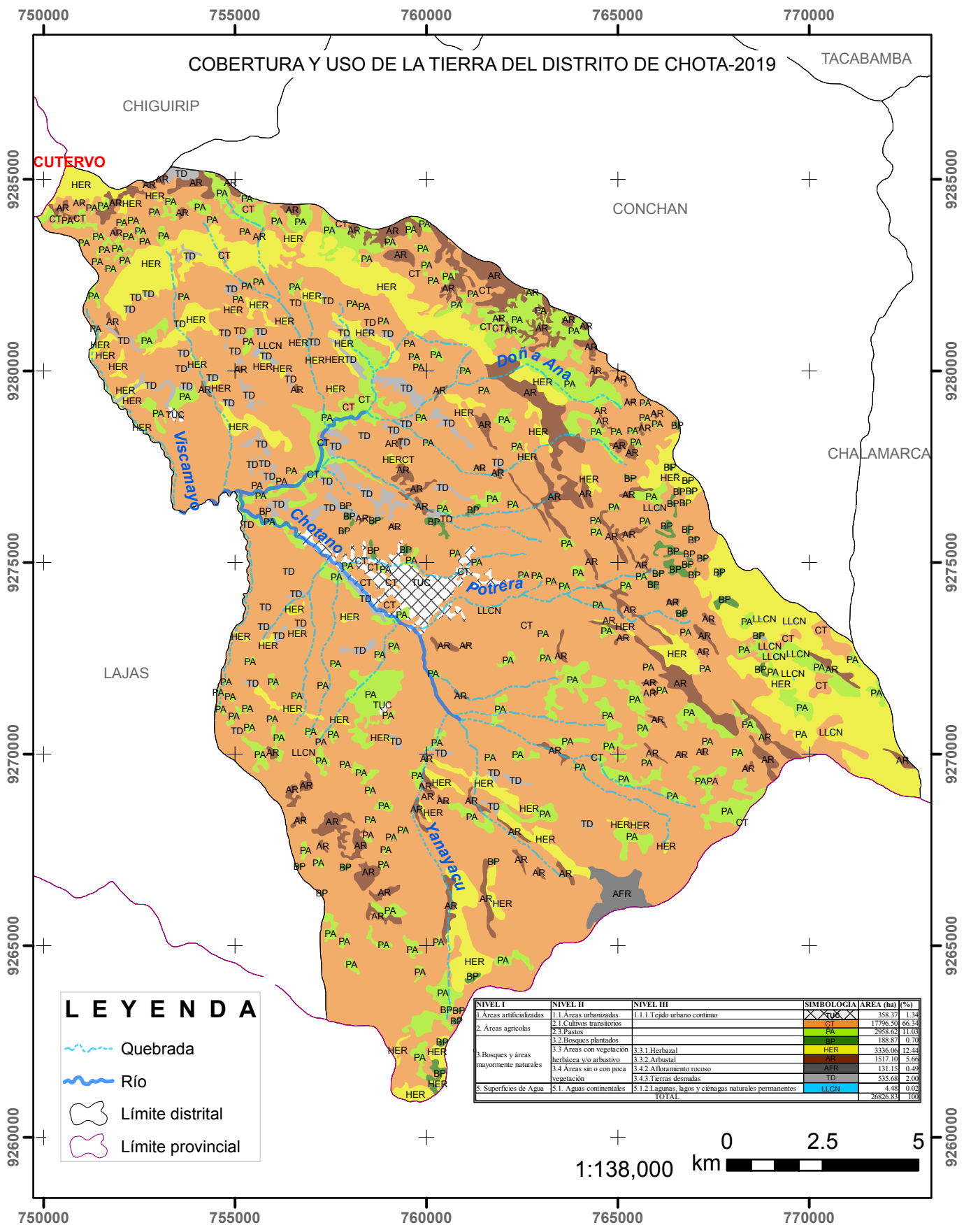
Representación porcentual de la cobertura de la tierra del distrito de Chota para el año 2019



La figura 14 muestra el porcentaje que representa cada cobertura para el año 2019, siendo los cultivos transitorios y el herbazal las coberturas que mayor área ocupan, seguido de las coberturas de pastos y arbustal; por último, tenemos a las coberturas de tierras desnudas, tejido urbano continuo, bosques plantados, afloramientos rocosos y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes; estas coberturas abarcan áreas mínimas del distrito. Si sumamos el porcentaje de las coberturas producto de la intervención del hombre (tejido urbano continuo, cultivos transitorios, pastos, bosques plantados y tierras desnudas) se obtiene que estas representan el 81,61% del área total del distrito, mientras que las coberturas naturales (herbazal, arbustal, afloramientos rocosos y lagunas lagos y ciénagas naturales permanentes) representan el 18,59% del área total del distrito. Estos resultados coinciden con Rubio (2018), el cual obtuvo que para el año 2016, el 69,17% de la cobertura de la tierra en el distrito de Lajas estaba representada por coberturas producidas por la intervención del hombre y el 30,83% pertenecía a la cobertura natural. Por otro lado Rojas (2017), obtuvo un resultado distinto, en donde menciona que en el

año 2015 la mayor cantidad de cobertura de la tierra del distrito de Ichocan estaba ocupada por coberturas naturales las cuales representaban el 58,10% del área del distrito y el 41,90% pertenecía a las coberturas producidas por la intervención antrópica. La principal razón por la que la cobertura natural ha disminuido se debe al incremento poblacional y la necesidad del ser humano de ocupar estas áreas en nuevas actividades.

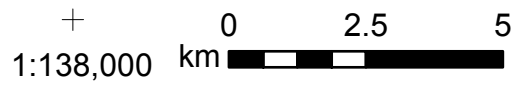
COBERTURA Y USO DE LA TIERRA DEL DISTRITO DE CHOTA-2019



LEYENDA

- Quebrada
- Río
- Límite distrital
- Límite provincial

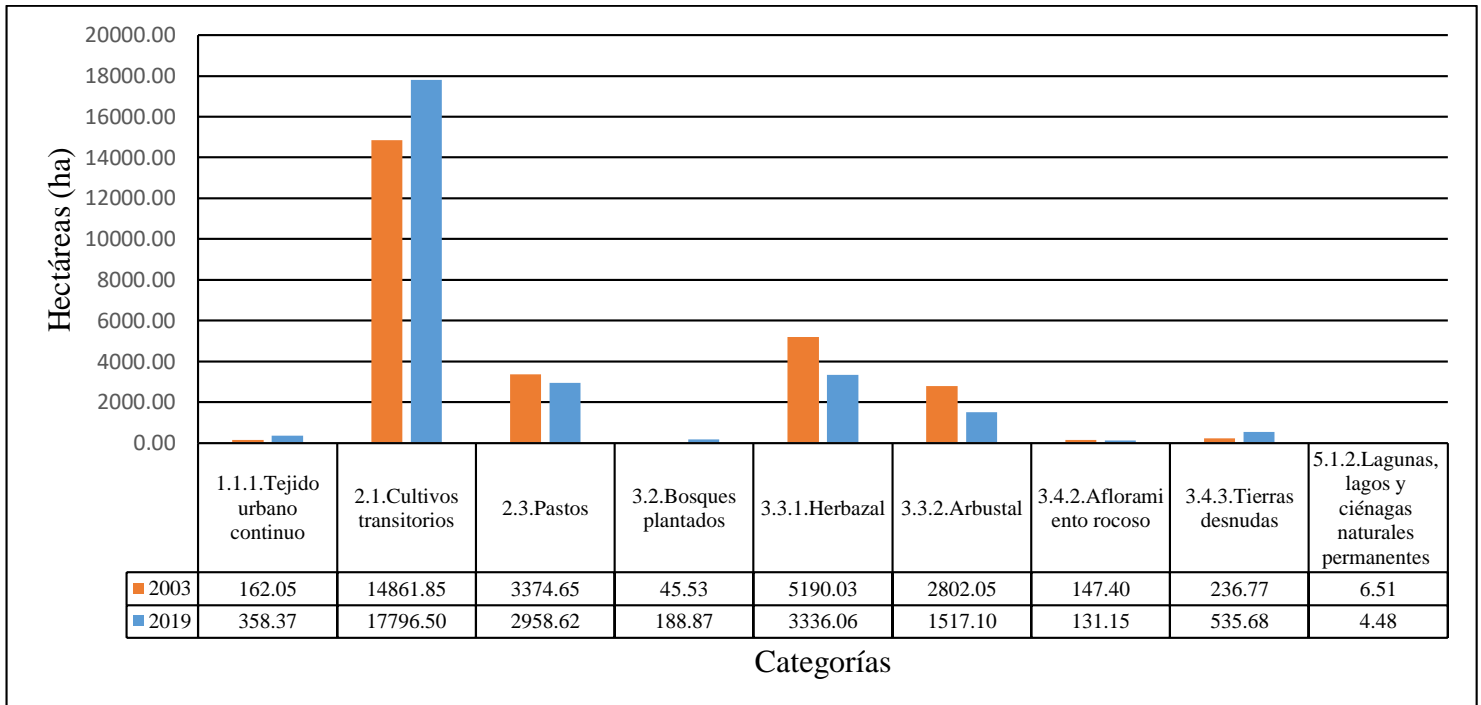
NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	SIMBOLOGÍA	AREA (ha)	(%)
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo		358.37	1.34
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios			17796.50	66.34
	2.2. Pastos			2058.63	11.03
	2.3. Bosques plantados			188.87	0.70
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.1. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.1.1. Herbazal		3326.06	12.44
	3.2. Aflojamiento rocoso	3.2.1. Arbustal		1517.10	5.66
	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	3.4.2. Aflojamiento rocoso		131.15	0.49
	3.4.3. Tierras desmenuadas	3.4.3.1. Tierras desmenuadas		535.68	2.00
5. Superficies de Agua	5.1. Aguas continentales	5.1.2. Lagos, lagos y ciénagas naturales permanentes		4.48	0.02
TOTAL				26826.83	100



En la siguiente figura se muestra la variación del área en ha de cada una de las categorías de uso de la tierra identificadas para el periodo de estudio.

Figura 19

Dinámica de la cobertura y uso de la tierra en ha de los años 2003 y 2019



Las coberturas que mayor área durante el periodo 2003 -2019 son los cultivos transitorios, herbazal, pastos y arbustal, de estas coberturas los cultivos transitorios es la cobertura que aumentó el 10,94% de su área durante el periodo 2003-2019, mientras que las otras tres coberturas disminuyeron su área, pero aun así siguen siendo representativas. Un estudio similar realizado por Gil (2019), obtuvo resultados similares en el distrito de San Silvestre de Conchán-Cajamarca, con la diferencia que el herbazal es la cobertura que mayor área representa (45,72%), de las cuatro coberturas que mayor área representan, los cultivos transitorios ocupan el cuarto lugar (7,79%). El aumento de espacios destinados a la agricultura se debe a que la población cada año busca nuevas áreas para cultivarlas, cambiando de esta forma el tipo de cobertura.

4.3. Análisis del cambio de la cobertura de la tierra

Éste análisis se hizo mediante la intersección general de los polígonos por clase de cobertura obtenidos tanto para el año 2003 y 2019, de esta forma se obtuvo el resultado del área cambiante y la que no sufrió cambio en su cobertura durante el periodo de estudio.

4.3.1. Cambio y no cambio de uso de la tierra periodo 2003- 2019.

Las coberturas en general han experimentado cambio en una extensión total de 6 804,06 ha (25,36%), es decir que las áreas que ocupaban las coberturas de la tierra identificadas para el año 2003, en el año 2019 fueron reemplazadas por otras coberturas de la tierra. Mientras que 20 022,77 ha (74,64%) no sufrió cambio alguno, esto indica que las áreas que ocupaban las coberturas de la tierra en el año 2003, siguen siendo las mismas para el año 2019.

Haciendo una comparación con algunos estudios similares realizados en el departamento de Cajamarca se pudo apreciar que el área cambiante es menor que la que no experimentó cambio, tal es el caso de los resultados obtenidos por Gil (2019), quien determinó que durante el periodo 2002-2018, en el distrito de San Silvestre de Conchán el área cambiante representó el 30,93%, mientras que el 69,07% del área distrital no experimentó cambio; por su parte Rubio (2018), obtuvo que en el distrito de Lajas durante el periodo 2002-2016 el área cambiante fue de 45,68% y el 54,32% del área distrital no sufrió cambio; asimismo Cieza (2017), determinó que durante el periodo 2003-2016 en el distrito de Matara, el área que sufrió cambio en su cobertura representa el 28,24% del área total del distrito, mientras que el 71,76% no experimentó cambio alguno. Esto indica que conforme pasa los años las coberturas sufren diversos cambios, gran parte de estos son producidos por la intervención antrópica, y algunos de ellos por fenómenos naturales.

En tal sentido, los resultados obtenidos en estas investigaciones concuerdan con los obtenidos en esta investigación, deduciéndose que el área que sufrió cambio de la cobertura es menor a la que no sufrió cambio alguno.

Se ha podido verificar que los cambios suscitados sobre la cobertura se deben principalmente a la acción antrópica, también existen algunos cambios que fueron producidos por la erosión hídrica de forma natural debido a que existen pequeñas áreas del distrito que son vulnerables a deslizamientos de tierras; Primack (2000), sostiene que estos cambios sobre el uso de la tierra causan la destrucción de los hábitats naturales, ocasionando la pérdida de la biodiversidad.

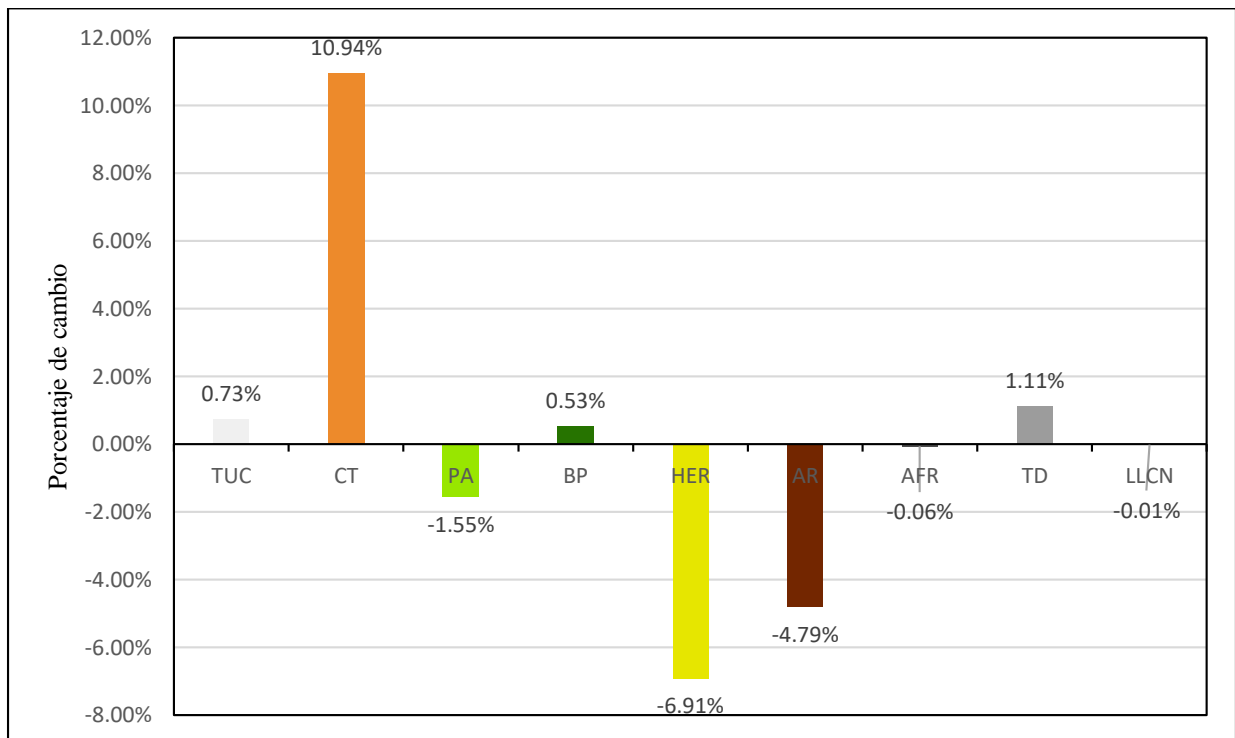
En la siguiente tabla detallan los resultados de la ganancia y pérdida de la cobertura de la tierra durante el periodo de estudio.

Tabla 8*Ganancia y pérdida de la cobertura de la tierra en ha periodo 2003-2019*

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	SIMBOLOGÍA	SUPERFICIE 2003		SUPERFICIE 2019		2003-2019	
				ÁREA (ha)	%	ÁREA (ha)	%	ÁREA (ha)	%
1.Áreas artificializadas	1.1.Áreas urbanizadas	1.1.1.Tejido urbano continuo	TUC	162,05	0,60	358,37	1,34	196,33	0,73
2. Áreas agrícolas	2.1.Cultivos transitorios		CT	14861,85	55,40	17796,50	66,34	2934,65	10,94
	2.3.Pastos		PA	3374,65	12,58	2958,62	11,03	-416,02	-1,55
3.Bosques y áreas mayormente naturales	3.2.Bosques plantados		BP	45,53	0,17	188,87	0,70	143,34	0,53
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1.Herbazal	HER	5190,03	19,35	3336,06	12,44	-1853,97	-6,91
		3.3.2.Arbustal	AR	2802,05	10,44	1517,10	5,66	-1284,96	-4,79
	3.4 Áreas sin o con poca vegetación	3.4.2.Afloramiento rocoso	AFR	147,40	0,55	131,15	0,49	-16,25	-0,06
3.4.3.Tierras desnudas		TD	236,77	0,88	535,68	2,00	298,91	1,11	
5. Superficies de Agua	5.1. Aguas continentales	5.1.2.Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	LLCN	6,51	0,02	4,48	0,02	-2,03	-0,01
TOTAL				26826,83	100	26826,83	100		

Figura 20

Porcentaje de ganancia y pérdida de la cobertura de la tierra periodo 2003-2019



En el distrito de Chota durante el periodo 2003-2019, hubo incremento en 196,33 ha del tipo de uso clasificado en la categoría tejido urbano continuo (TUC), es decir que el área total de esta cobertura para el año 2019 es de 0,73 % más de la que existía en el 2003. Esto se debe a que la población urbana está en constante crecimiento, pues si analizamos los datos de población urbana y rural del distrito de Chota según los censos de 1993 y 2017, en el año 1993 la población urbana fue de 12 608 (28,71%) personas y la población rural fue de 31 305 (71,29%) personas, y para el año 2017 la población urbana es 22 159 (47%) personas y la población rural es fue de 25 120 (53%) personas (INEI,2018).

Al respecto Díaz et al. (2014), manifiestan que al incrementarse la población urbana se requiere de una mayor demanda de tierras para retribuir las necesidades de vivienda y empleo, produciéndose un cambio en el uso de la tierra. Asimismo Merlotto et al. (2012) afirman que el crecimiento de la población urbana generalmente se debe a la migración de la población rural, lo

cual favorece en el crecimiento de las áreas urbanizadas. El aumento de la población urbana en el distrito de Chota se debe generalmente a la oferta de empleo en la ciudad de Chota; otro aspecto importante es la creación de instituciones educativas, lo cual ha conllevado que personas de la zona rural o de otros lugares concurren a realizar sus estudios en esta ciudad.

Por otro lado, los cultivos transitorios se incrementaron 2 934,65 ha, siendo el tipo de cobertura de la tierra que mayor ganancia de área obtuvo durante el periodo de estudio, es decir que, el área total de esta cobertura de la tierra para el año 2019 aumentó el 10,94% con respecto al área obtenida en el año 2003. Estos resultados permiten verificar que el cambio producido sobre las coberturas de la tierra se debe al incremento de áreas con cultivos transitorios (Muñoz-Jiménez et al., 2019). Al respecto, Salinas et al. (2020), obtuvieron que durante el periodo 1987-2017 en Tamaulipas-México las áreas de cultivos aumentaron el 7.61% siendo la cobertura que mayor aumento obtuvo durante el periodo de estudio. Por otro lado en el distrito de Lajas durante el periodo 1987-2016 los cultivos transitorios aumentaron el 2,86% (Rubio, 2018). En tal sentido, con el pasar de los años la frontera agrícola se está incrementado, la misma que provoca cambios sobre las coberturas de la tierra.

Entre los otros tipos de coberturas que incrementaron su área durante el periodo 2003-2019, tenemos a los bosques plantados (BP) y las tierras desnudas (TD), con 143,34 ha (0,53%) y 298,91 ha (1,11%) respectivamente. Según Vergara et al.(2018), las áreas de bosques plantados son aquellas ocupaciones de terrenos marginados por el sector agrícola, siendo designadas para plantaciones de tipo forestal. Pues, esta cobertura vegetal es muy notoria en las partes alto andinas del distrito de Chota, en la que se encuentran bosques de *Pinus patula* y *Pinus radiata*. Asimismo, el incremento de las tierras desnudas es a causa del acelerado crecimiento poblacional que curiosamente está relacionado con las tierras áridas y semiáridas (Díaz, 2001). En el distrito de Chota, la gran parte de las áreas de tierras desnudas se encuentran al norte de la ciudad de Chota,

entre los centros poblados de Chuyabamba, El campamento Túnel Conchano, Pingobamba y Colpa Huacariz, donde la población se ha incrementado.

Por otro lado, encontramos a las coberturas que sufrieron pérdida de su área durante el periodo de estudio, entre ellas se encuentra el herbazal, disminuyó 1 853,57 ha (6,91 %) siendo esta la cobertura que mayor área perdió, asimismo el arbustal perdió 1 284,96 ha (4,79 %), convirtiéndose en la segunda categoría con mayor pérdida de área. Cieza (2017), obtuvo que durante el periodo 2003-2016 la pérdida de herbazal en el distrito de Matara fue del 18,34% pero que los arbustales aumentaron en un 5,54%; comparando los resultados de estas coberturas de los dos distritos, se deduce que en el distrito de Chota existió menor pérdida de herbazales, pero para la cobertura de arbustal en el distrito de Matara aumentó y en el distrito de Chota disminuyó, es decir que en este distrito estas coberturas han sido impactadas de manera considerable.

Según Paula et al., (2018), el decremento tanto del herbazal y el arbustal es generalmente a causa de la intervención antrópica, los mismos que realizan actividades como la tala de bosques naturales ocasionado por el esparcimiento de la agricultura y ganadería, por lo que se quema pajonales en las partes alto andinas para obtener pasto tierno y fresco ocasionando la pérdida de grandes extensiones de herbazal.

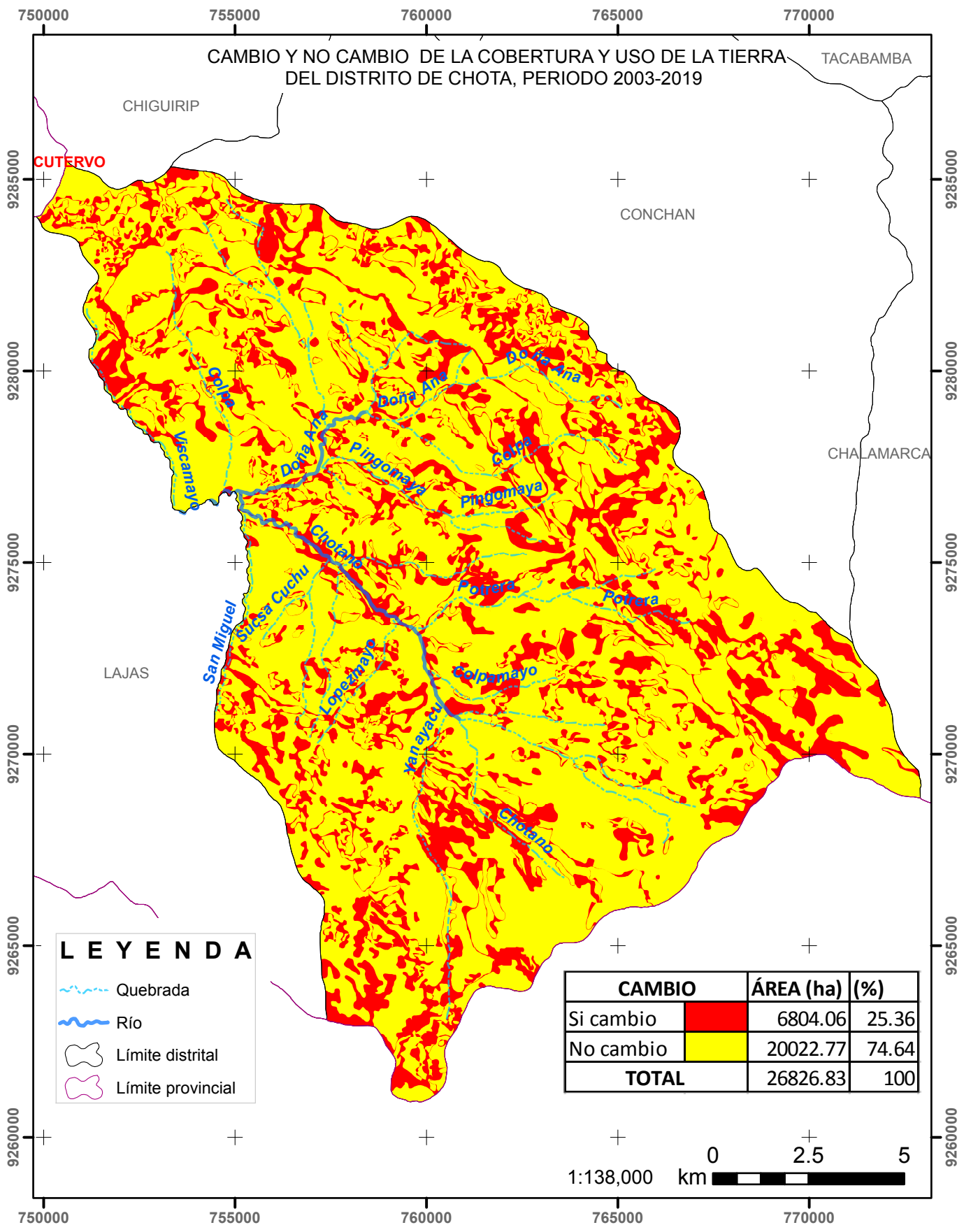
La categoría de pastos, disminuyó 416,02 ha, lo que indica que durante el periodo 2003-2019 disminuyó el 1,55 % de su área. Según Gómez et al., (2002), el decremento de esta categoría se explica por el crecimiento acelerado de áreas de cultivo. Esto coincide con los resultados obtenidos sobre el cambio de la cobertura de pastos, en la que se obtuvo que, del cambio total producido entre las coberturas, el 6,84 % corresponde al cambio de pastos a cultivos transitorios. Contrario a este resultado se obtuvo en el distrito de Lajas, encontrándose que durante el periodo 1987-2016 los pastos aumentaron en un 12.09%, siendo la cobertura de la tierra que mayor área incrementó (Rubio, 2018). Esto se debe a que en el distrito de Lajas las áreas fragmentadas son mucho menor que en el distrito de Chota, es decir que las áreas de pastos en Lajas son extensas

a diferencia de las que encontramos en el distrito de Chota, debidos a que se encuentran asociadas a otros tipos de cobertura.





Por último, dentro de las coberturas que disminuyeron su área se encuentran los afloramientos rocosos y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes, las cuales disminuyeron 16,25 ha (0,06%) y 2,03 ha (0,01%) respectivamente, estas son las coberturas que menor área perdieron. Bolaños et al. (2016), afirman que estas coberturas experimentan menor pérdida de su área debido a que la intervención humana es menor. Esto coincide con los resultados obtenidos, debido a que durante el periodo de estudio estas coberturas de la tierra no experimentaron muchos cambios con respecto a las demás coberturas de la tierra encontradas. La causa de que estas coberturas son poco impactadas se debe a que la población tiene especial cuidado de los recursos hídricos superficiales, tal es el caso de las lagunas, con respecto al afloramiento rocoso es una de las coberturas menos impactadas ya que esta es considerada como un área turística, lo cual ha conllevado a no ser conservado como tal.



La figura 18 muestra el área cambiante y la que no experimentó cambio durante el periodo 2003-2019. El color rojo representa a todas aquellas áreas de la cobertura que sufrió un cambio y las de color amarillo son aquellas áreas que no cambiaron durante el periodo de estudio.

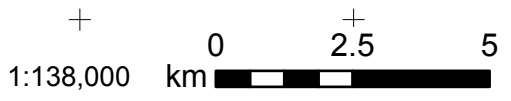
CAMBIO Y NO CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO DE LA TIERRA DEL DISTRITO DE CHOTA, PERIODO 2003-2019



LEYENDA

-  Quebrada
-  Río
-  Límite distrital
-  Límite provincial

CAMBIO		ÁREA (ha) (%)	
Si cambio		6804.06	25.36
No cambio		20022.77	74.64
TOTAL		26826.83	100



4.4. Análisis de la transición de la cobertura y uso de la tierra periodo 2003-2019

4.4.1. Análisis de los cambios por cada cobertura

Consiste en evaluar todas aquellas coberturas que sufrieron cambio, es decir que fueron reemplazadas por otras coberturas durante el periodo de estudio, es por ello que existe una cobertura inicial (2003) y una cobertura final (2019).

4.4.1.1. Cambios de cobertura y uso de la tierra periodo 2003-2019. Al analizar los cambios que sufrieron las coberturas del distrito de Chota durante el periodo 2003-2019, se determinó que, existieron 27 cambios de cobertura, los mismos que son mostrados en la figura 19 y tabla 12.

750000 755000 760000 765000 770000

CAMBIOS DE LA COBERTURA Y USO DE LA TIERRA DEL DISTRITO DE CHOTA, PERIODO 2003-2019

CHIGUIRIP

TACABAMBA

CUTERVO

CONCHAN

CHALAMARCA

LAJAS

LEYENDA

 Límite distrital

 Límite provincial



CODIGO	SIMBOLOGIA	CUT 2003	CUT 2019	AREA(ha)	%
1	AFR-CT	Afloramiento rocoso	Cultivos transitorios	16.07	0.05998
2	HER-BER	Afloramiento rocoso	Herbazal	0.18	0.00068
3	AR-BP	Arbustal	Bosques plantados	2.98	0.01065
4	AR-CT	Arbustal	Cultivos transitorios	880.30	3.28148
5	AR-HER	Arbustal	Herbazal	126.89	0.47303
6	AR-PA	Arbustal	Pastos	248.31	0.92561
7	AR-TD	Arbustal	Tierras desnudas	24.72	0.09024
8	AR-TUC	Arbustal	Tejido urbano continuo	0.83	0.00309
9	CT-BP	Cultivos transitorios	Bosques plantados	91.07	0.33948
10	CT-PA	Cultivos transitorios	Pastos	1064.77	3.96905
11	CT-TD	Cultivos transitorios	Tierras desnudas	254.04	0.94528
12	CT-TUC	Cultivos transitorios	Tejido urbano continuo	160.35	0.59773
13	HER-BP	Herbazal	Bosques plantados	42.86	0.15985
14	HER-CT	Herbazal	Cultivos transitorios	175.00	0.63928
15	HER-PA	Herbazal	Pastos	155.95	0.58099
16	HER-TD	Herbazal	Tierras desnudas	71.07	0.26492
17	LLCN-CT	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Cultivos transitorios	1.35	0.00500
18	LLCN-HER	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal	0.88	0.00325
19	PA-BP	Pastos	Bosques plantados	5.17	0.02000
20	PA-CT	Pastos	Cultivos transitorios	1835.57	6.84228
21	PA-TD	Pastos	Tierras desnudas	9.89	0.03688
22	PA-TUC	Pastos	Tejido urbano continuo	35.13	0.12994
23	TD-BP	Tierras desnudas	Bosques plantados	0.21	0.00078
24	TD-CT	Tierras desnudas	Cultivos transitorios	55.89	0.20633
25	TD-HER	Tierras desnudas	Herbazal	3.01	0.01122
26	TD-PA	Tierras desnudas	Pastos	1.25	0.00466
27	TD-TD	Tierras desnudas	Tejido urbano continuo	0.03	0.00010
28			No cambio	2002.77	74.63711
TOTAL				26826.83	100

9285000
9280000
9275000
9270000
9265000
9260000

9285000
9280000
9275000
9270000
9265000
9260000

750000 755000 760000 765000 770000

Tabla 9*Transición de la cobertura y uso de la tierra periodo 2003-2019*

CÓDIGO	SIMBOLOGÍA	CUT_2003	CUT_2019	ÁREA (ha)	%
1	AFR-CT	Afloramiento rocoso	Cultivos transitorios	16,07	0,05990
2	AFR-HER	Afloramiento rocoso	Herbazal	0,18	0,00068
3	AR-BP	Arbustal	Bosques plantados	3,89	0,01452
4	AR-CT	Arbustal	Cultivos transitorios	880,30	3,28140
5	AR-HER	Arbustal	Herbazal	126,89	0,47301
6	AR-PA	Arbustal	Pastos	248,31	0,92561
7	AR-TD	Arbustal	Tierras desnudas	24,72	0,09214
8	AR-TUC	Arbustal	Tejido urbano continuo	0,83	0,00309
9	CT-BP	Cultivos transitorios	Bosques plantados	91,07	0,33946
10	CT-PA	Cultivos transitorios	Pastos	1064,77	3,96905
11	CT-TD	Cultivos transitorios	Tierras desnudas	253,60	0,94533
12	CT-TUC	Cultivos transitorios	Tejido urbano continuo	160,35	0,59773
13	HER-BP	Herbazal	Bosques plantados	42,80	0,15953
14	HER-CT	Herbazal	Cultivos transitorios	1715,00	6,39285
15	HER-PA	Herbazal	Pastos	155,85	0,58095
16	HER-TD	Herbazal	Tierras desnudas	71,07	0,26492
17	LLCN-CT	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Cultivos transitorios	1,35	0,00501
18	LLCN-HER	Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	Herbazal	0,68	0,00254
19	PA-BP	Pastos	Bosques plantados	5,37	0,02001
20	PA-CT	Pastos	Cultivos transitorios	1835,57	6,84228
21	PA-TD	Pastos	Tierras desnudas	9,89	0,03688
22	PA-TUC	Pastos	Tejido urbano continuo	35,13	0,13094
23	TD-BP	Tierras desnudas	Bosques plantados	0,21	0,00078
24	TD-CT	Tierras desnudas	Cultivos transitorios	55,89	0,20833
25	TD-HER	Tierras desnudas	Herbazal	3,01	0,01122

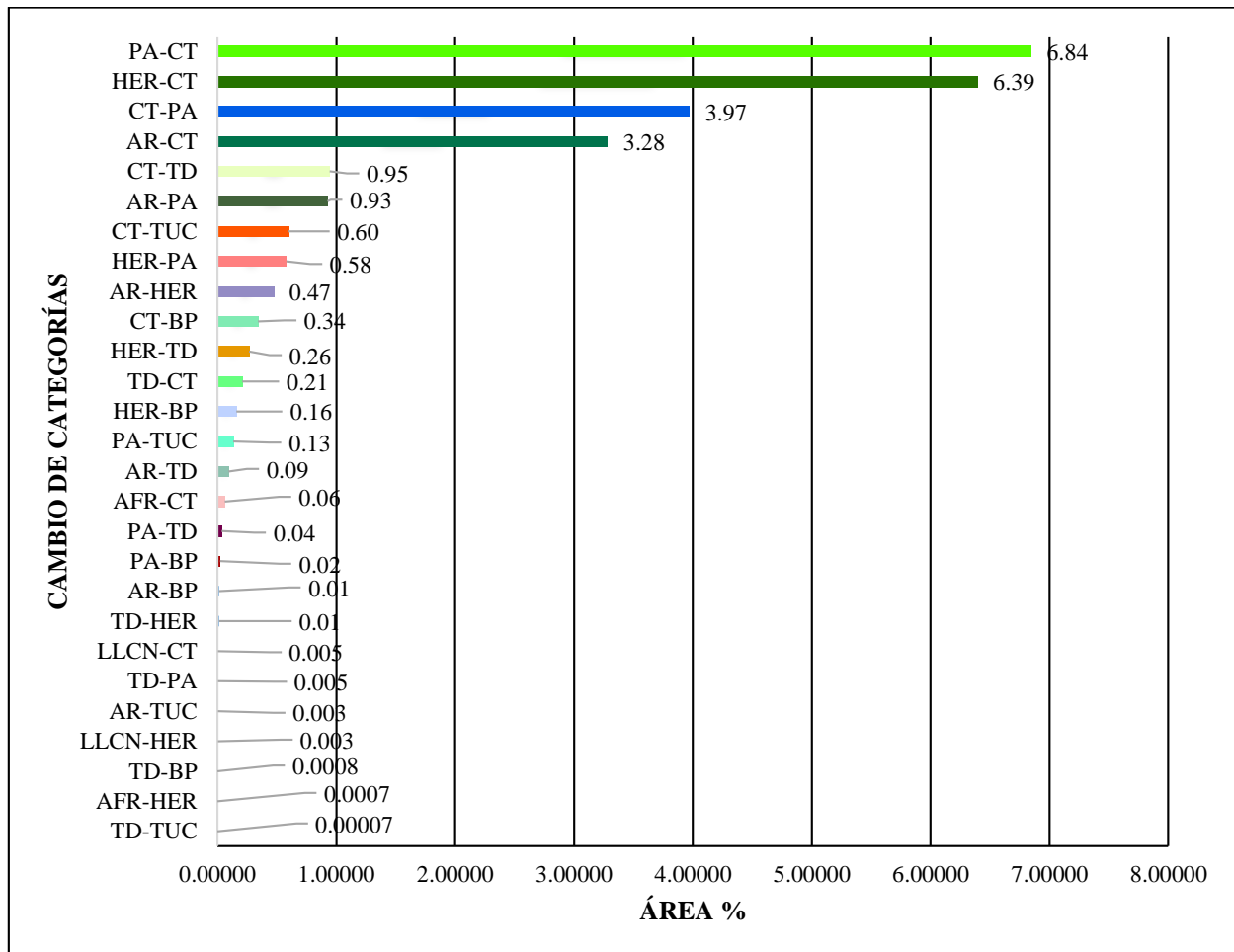
26	TD-PA	Tierras desnudas	Pastos	1,25	0,00466
27	TD-TUC	Tierras desnudas	Tejido urbano continuo	0,02	0,00007
28	No cambio			20022,77	74,63711
TOTAL				26826,83	100

La dinámica de los cambios de la cobertura con mayor significancia pertenece al cambio de pastos a cultivos transitorios, representa el 6,84%, seguido del cambio de herbazal a cultivos transitorios con 6,39%, el cambio de cultivos transitorios a pastos, representa el 3,97% y el cambio de arbustal a cultivos transitorios con 3,28%; por otro lado los cambios de menor significancia fueron el paso de afloramiento rocoso a herbazal (0,00068%), de tierras desnudas a bosques plantados (0,00078%) y tierras desnudas a tejido urbano continuo (0,00007%).

Se dedujo que, durante el periodo 2003-2019, la mayor parte del cambio producido sobre las coberturas de la tierra fueron reemplazadas por los cultivos transitorios, es decir que las áreas agrícolas han aumentado considerablemente, esto indica que en la actualidad en el distrito de Chota la agricultura supera a la ganadería, es decir que las áreas de pastos han sido fragmentadas por las áreas de cultivos lo cual ha provocado la disminución de las áreas de pastizales. Esto se debe a que los fragmentos de un tipo de cobertura están más cercanos entre sí los cuales reducen las áreas de un tipo de cobertura (Correa et al., 2014).

Figura 23

Representación porcentual de los cambios de la cobertura y uso de la tierra periodo 2003-2019



Según los resultados obtenidos, las categorías que mayor porcentaje en cambio de área presentaron fueron los pastos (PA)-cultivos transitorios (CT), el cual equivale al 6,84%, esto se debe a que en el distrito de Chota el área de tierras con la que cuenta cada familia se está reduciendo, debido al crecimiento poblacional, por lo que la población se dedica a cultivar en pequeñas áreas de terreno ocasionando el aumento de la fragmentación de las coberturas de la tierra existentes.

La población del distrito de Chota se ha incrementado en los últimos años (INEI, 2018), el cual es el principal factor influyente de los cambios y uso de la tierra. Según León et al. (2014), la mayor parte de los cambios son por el pastoreo, agricultura y la transformación de áreas extensas a

pequeñas parcelas. En tal sentido el inadecuado uso de la tierra tiene efectos negativos sobre los recursos que posee ésta, generando infertilidad de los suelos, la degradación y desertificación, la cual repercute en el deterioro y reducción de los recursos hídricos, asimismo el acrecentamiento de la erosión y el cambio de las condiciones climáticas (Díaz, 2011).

Durante el periodo de estudio la cobertura que mayor ganancia de área tuvo fue los cultivos transitorios (CT). Para Barbier (2010), las áreas agrícolas han remplazado en grandes extensiones a las diferentes coberturas de la tierra; esta es transformada por el hombre con la finalidad de cubrir sus necesidades (Hooke et al., 2012).

Por otro lado, una de las coberturas que tuvo mayor ganancia de área fue las tierras desnudas (TD). Por lo general este incremento es producto de la erosión de los suelos derivada de las labores agrícolas (FAO, 2015), la cual afecta la filtración y la retención del agua, la disponibilidad de nutrientes, la disponibilidad de materia orgánica, la actividad biológica, la profundidad del suelo y por ende la disminución de su productividad (Gómez-Calderón, Villagra-Mendoza, y Solorzano-Quintana, 2018).

Por otro lado, los bosques plantados (BP) se extienden a través de todo el distrito con mayor énfasis en las partes altas. Estos bosques están conformados principalmente por especies exóticas. Según Farley (2008), afirma que las plantaciones forestales exóticas especialmente en las partes alto andinas se han incrementado en los últimos años, provocando la reducción del recurso hídrico. Un resultado similar se obtuvo en la región centro sur de Chile, donde se determinó que las grandes transformaciones de las áreas naturales se debe al incremento de las plantaciones forestales, principalmente los bosques de *Pinus Patula* y *radiata* (Vergara et al., 2018)

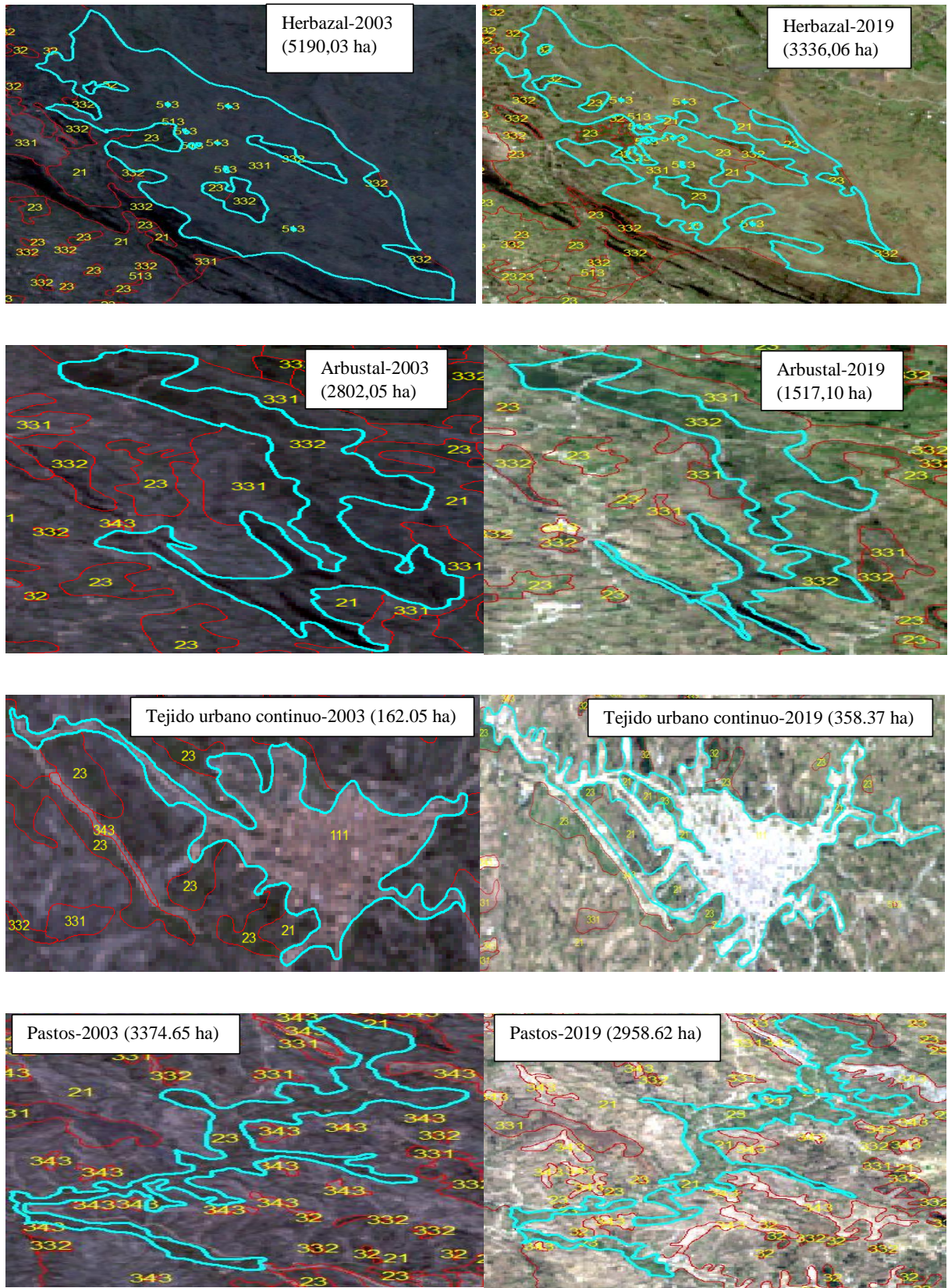
El tejido urbano continuo (TUC) es una de las coberturas que ha incrementado su área durante el período de estudio. Esto se debe al crecimiento de la población urbana ya que la gran parte de la población rural ha migrado a la zona urbana, por cuestiones educativas y de trabajo; asimismo el crecimiento natural de la población (INEI, 2018). Según López y Plata (2009), el

crecimiento urbano es considerado uno de los principales factores que induce en los cambios de cobertura de la tierra, debido a que influyen considerablemente sobre el territorio y sus recursos naturales afectando la calidad de vida de las personas y la sostenibilidad general del territorio.

Como se mencionó anteriormente, la gran parte de esta cobertura está representado por la ciudad de Chota la cual es capital de la provincia de Chota, por lo que es un aspecto que conlleva a crecimiento de esta ciudad debido a que en ella se centran las diversas actividades tanto económicas, educativas, etc. de la provincia; además en menor extensión de área corresponde a los centros poblados de Chuyabamba y Cabracancha los mismos que se encuentran cercanos a la ciudad de Chota.

Figura 24

Representación de las coberturas con mayor cambio, periodo 2003-2019



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En el distrito de Chota durante el periodo 2003-2019, se logró identificar nueve clases de coberturas de la tierra, las cuales son: tejido urbano continuo (TUC), cultivos transitorios (CT), pastos (PA), bosques plantados (BP), herbazal (HER), arbustal (AR), afloramiento rocoso (AFR), tierras desnudas (TD) y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (LLCN).
- Durante el periodo 2003-2019, las categorías que incrementaron su área son: cultivos transitorios (CT) con 2 934,65 ha (10,94%), las tierras desnudas (TD) con 298,91 ha (1,11%), tejido urbano continuo (TUC) con 196,33 ha (0,73%) y los bosques plantados (BP) con 143,34 ha (0,53%).
- Durante el periodo 2003-2019, las categorías que presentaron pérdida de su área son: el herbazal (HER) con 1 853,97 ha (6,91%), el arbustal (AR) con 1 284,96 ha (4,79%), los pastos (PA) con 416,02 ha (1,55%), los afloramientos rocosos (AFR) con 16,25 ha (0,06%) y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (LLCN) con 2,03 ha (0,01%)
- En el análisis realizado durante el periodo 2003-2019 indica que los cultivos transitorios (CT) presentaron el mayor incremento de área (2 934,65 ha).
- Durante el periodo 2003-2019, el herbazal (HER) fue la categoría que mayor pérdida de área presentó (1 853,57 ha).
- Los factores antrópicos son los principales protagonistas sobre los cambios producidos sobre la cobertura y uso de la tierra en el distrito de Chota. Durante el periodo 2003-2019 el área que experimentó cambio fue de 6 804,06 ha (25,36%), mientras que 20 022,77 ha (74,64%) no sufrió cambio aparente alguno.

- El crecimiento poblacional ocasionó una fuerte presión sobre las coberturas de la tierra del distrito, con una clara tendencia hacia el incremento de las áreas agrícolas y el crecimiento urbano.

5.2.RECOMENDACIONES

- Realizar el ordenamiento territorial del distrito de Chota con la finalidad de orientar sus posibles usos de acuerdo a las características del territorio.
- Se debe realizar el manejo y conservación de los recursos naturales que presenta el distrito de Chota.
- Se debe fomentar los incentivos forestales con especies nativas con la finalidad de recuperar las áreas de la cobertura boscosa degradada.
- Implementar programas de sensibilización a la población sobre la importancia de los bosques naturales que presenta el distrito de Chota para así crear conciencia sobre la conservación y uso racional del recurso.
- Utilizar imágenes satelitales con alta resolución espacial, con el propósito de obtener mejores resultados.
- La Universidad Nacional Autónoma de Chota, debe firmar un convenio con la Agencia Espacial del Perú (CONIDA), para que los estudiantes y docentes puedan tener acceso a imágenes satelitales de alta resolución que ofrece el satélite PerúSat.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, G. (2012). Cobertura Vegetal y Uso Actual Departamento de Cajamarca. 44.
- Alonzo, L., y González, M. A. (2010). Perdida de cobertura vegetal como efecto de la urbanización en Chetumal, Quintana Roo. 12(2), 1–19.
- Arango, M., Branch, J. W., y Botero, V. (2005). Clasificación no supervisada de coberturas vegetales sobre imágenes de sensores remotos: "Landsat-ETM+". Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín, 58(1), 2611-2634.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/viewFile/21276/22251>
- Arroyo, N. (2006). Estudio de diagnóstico y zonificación para el tratamiento de demarcación territorial de la provincia de Chota, 53(9), 1689–1699.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ardila, J. P., Espejo, O. J., y Herrera, J. L. (2005). Validación de una metodología de clasificación de imágenes satelitales en un entorno orientado a objetos. Ingeniería, 10(1), 61-69.
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/download/1877/2443>
- Ariza, A. (2013). Descripción y corrección de productos Landsat 8 . Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 1, 1-45. <http://www.un-spider.org/sites/default/files/LDCM-L8.R1.pdf>
- Avellaneda-cadena, C., y Betancur, J. (2007). Las plantas vasculares de los afloramientos rocosos de Suesca, Cordillera Oriental colombiana. Acta Biológica Colombiana, 29(86), 25–39.
- Barbier, E. B. (2010). The forest transition: Towards a more comprehensive theoretical framework. ELSEVIER, XXVII(2), 108-118. doi:10.1016/j.landusepol.2009.09.003
- Barbieri, A., Díez, P., Macedo, G., y Minutti, G. (2018). USGS Y LANDSAT. Montevideo. file:///C:/Users/esc/Downloads/TCI24_Grupol_INFORME_20180320.pdf
- Benjaminsen, T. A. (2001). The population–agriculture–environment nexus in the Malian cotton zone. Global Environmental Change, 11(4), 283–295.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(01\)00006-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0959-3780(01)00006-1)
- Blum, A., Álvarez, A., y Gallego, F. (2015). Atlas de cobertura del suelo del Uruguay. Montevideo. <http://www.fao.org/3/a-i4372s.pdf>
- Bolaños, M. A., Paz, F., Cruz, C. O., Argumedo, J. A., Romero, V. M., y Cruz, J. C. (2016). Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. Terra Latinoamericana, XXXIV(3), 271-288.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n3/2395-8030-tl-34-03-00271.pdf>
- Bolaños-González, M. A., Paz-Pellat, F., Palacios-Vélez, E., Mejía-Sáenz, E., y Huete, A. (2007). Modelación de los efectos de la geometría sol-sensor en la reflectancia de la vegetación. Agrociencia, 41(5), 527-537.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v41n5/1405-3195-agro-41-05-527-pdf>

- Cardona, E. M., Rios, L. A., y Peña, J. D. (2012). Disponibilidad de variedades de pastos y forrajes como potenciales materiales lignocelulósicos para la producción de bioetanol en Colombia. *Informacion Tecnologica*, 23(6), 87–96. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000600010>
- Cardozo, O. D., y Da Silva, C. J. (2013). Aplicaciones urbanas de los sensores remotos . *IGUNNE*, 10(20), 1-6. <https://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo20/archivos/cardozo13.pdf>
- Castañeda, D. A., Montoya, R. Y., y Escobar, C. A. (10 de Octubre de 2006). Prototipo de un sistema integrado digital para la clasificación de coberturas y usos de la tierra a nivel de finca Bananera. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 3167-3199. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472006000100007
- Carvajal, A. F., y Pabón, J. D. (2016). Transformación De La Superficie Terrestre Por La Actividad Humana Y Su Relación Con El Cambio Climático. *Sociedade & Natureza*, 28(2), 185–198. <https://doi.org/10.1590/1982-451320160201>
- Ceja, R., González, D. R., Ruiz, J. A., Rendón, L. A., y Flores, J. G. (2017). Detección de restricciones en la producción de agave azul (Agave tequilana Weber var. azul) mediante percepción remota. *TERRA LATINOAMERICANA*, 35(3), 259-268. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v35n3/2395-8030-tl-35-03-00259>
- Cerda, J., y Villarroel, L. (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Revista Chilena de Pediatría*, 54-58. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcp/v79n1/art08.pdf>
- Chander, G., Markham, B. L., y Helder, D. L. (2009). Summary of Current Radiometric Calibration Coefficients for Landsat MSS, TM,ETM+, and EO-1 ALI Sensors. *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*, 1-24. <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20090027884.pdf>
- Chuvieco, E. (1995). *Fundamentos de Teledetección Espacial (Segunda ed.)*. Madrid: Ediciones RIALP, S.A. <http://pdfhumanidades.com/sites/default/files/apuntes/fundamentos-de-teledeteccion-emilio-chuvieco.pdf>
- Chuvieco, E. (1990). Fundamentos de teledeteccion espacial. In *(Fundamentals of remote sensing from space (p. 448)*.
- Cieza, D. A. (2017). Análisis de cambios de cobertura y uso de la tierra con imágenes satelitales del Distrito de Matara periodos 1991 –2003 – 2016. Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Conde, M. C., Pelerman, S. B., y Cerezo, A. (2009). Efecto de diferentes métodos de clasificación de imágenes satelitales sobre índices de paisaje. *Revista de teledetección* , 32, 5-13. https://www.researchgate.net/profile/Alexis_Cerezo_Blandon/publication/Efecto-de-diferentes-metodos-de-clasificacion-de-imagenes-satelitales-sobre-indices-de-paisaje.pdf

- Congalton, R. G. (1988). A comparison of sampling schemes used in generating error matrices for assessing the accuracy of maps generated from remotely sensed data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 54(5), 593–600.
- Correa, C. A., Mendoza, M. E., y López, E. (2014). Analysis of changes in landscape structural connectivity (1975-2008) of Cuitzeo Lake basin, Michoacan, Mexico. *Revista de Geografía Norte Grande*, 7–23. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022014000300002>
- Díaz , C. (2011). Alternativas para el control de la erosión mediante el uso de coberturas convencionales, no convencionales y revegetación. *Ingeniería e Investigación* , XXXI(3), 80-90. <http://scielo.org.co/pdf/iei/v31n3/v31n3a09.pdf>
- Díaz , R. E., Bravo, L. C., Alatorre, L. C., y Sàchez, E. (2014). Anàlisis geoespacial de la interacciòn entre el uso del suelo y el agua en el àrea peri-urbana de Cuauhtèmoc, Chihuahua. Un estudio socioambiental en el norte de Mèxico. *Investigaciones Geogràficas, Boletìn del Instituto de Geografía, UNAM*(83), 116-130. doi:10.14350/rig.32694
- Díaz, M. (2001). Ecología experimental y ecofisiología: bases para el uso sostenible de los recursos naturales de las zonas àridas neo-tropicales. XXVI(10), 472-478. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442001001000009&lang=es
- Díaz, R. D., Sanchez, S. V., Lujano, E., y Lujano, A. (2017). Anàlisis multi-temporal entre 1975 y 2015 sobre cambios de la cobertura glaciàr en los nevados Allin Capac y Chichi Capac, Perú. *Rev. Investig. Altoandín*, 19(3), 265–274. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18271/ria.2017.291>
- Farley, K. A. (2008). Plantaciones forestales y producción de servicios ambientales. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=43344>
- Fernández, I., y Herrero, E. (2001). el satellite Lansat. analisis visual de imagenes obtenidas del sensor ETM +satellite Lansat. 1-37. Obtenido de <http://www.cartesia.org/data/apuntes/teledeteccion/landsat-analisis-visual.pdf>
- Gautreau, P., y Lezama, F. (2009). Clasificación florística de los bosques y arbustales de las sierras del Uruguay. *Ecología Austral*, 19(2), 81–92
- Ge, Y., Hu, S., Ren, Z., Jia, Y., Wang, J., Liu, M., Zhang, D., Zhao, W., Luo, Y., Fu, Y., Bai, H., & Chen, Y. (2019). Mapping annual land use changes in China's poverty-stricken areas from 2013 to 2018. *Remote Sensing of Environment*, 232, 111285. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111285>
- Gil, W. (2019). Universidad Nacional de Cajamarca. Universidad de Cajamarca, 95.
- Glinskis, E. A., y Gutiérrez-Vélez, V. H. (2019). Quantifying and understanding land cover changes by large and small oil palm expansion regimes in the Peruvian Amazon. *Land Use Policy*, 80, 95–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.09.032>
- Gobierno Regional Cajamarca. (2019). Cajamarca, Plan Estrategico Regional de Turismo.

- Gómez-Calderón, N., Villagra-Mendoza, K., y Solorzano-Quintana, M. (2018). La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria). *Revista Tecnología en Marcha*, 31(1), 167-177. doi:10.18845/tm.v31i1.3506
- Gómez, H., Tewolde, A., y Nahed, J. (2002). Análisis de los sistemas ganaderos de doble proposito en el centro de Chiapas, México. *ALPA*, X(3), 175-183. https://www.researchgate.net/profile/Heriberto_Castro/publication/266245358.Analisis_de_los_sistemas_ganaderos_de_doble_proposito_en_el_centro_de_Chiapas_Mexico/links/54c327360cf256ed5a90983f.pdf
- Grupo cosultivo de expertos. (2011). Manual para el sector del uso de la tierra, cambio y uso de la tierra y silvicultura. *Cmnucc*, 62.
- Guariguata, M. R., Arce, J., Ammour, T., y Capella, J. L. (2017). Las plantaciones forestales en el Perú: Reflexiones, estatus actual y perspectivas a futuro. *Las plantaciones forestales en el Perú: Reflexiones, estatus actual y perspectivas a futuro*. <https://doi.org/10.17528/cifor/006461>
- Heckadon-Moreno, S., Ibáñez, R., y Condit, R. (1999). La cuenca del canal : deforestación, contaminación y urbanización. Balboa: Imprelibros S.A. <http://ctfs.si.edu/Public/pdfs/HeckadonIbanezCondit1999.pdf>
- Hooke, R. L., Martín-Duque, J. F., y Pedraza, J. (2012). Land transformation by humans: A review. *GSA Today*, 22(12), 4-10. doi:10.1130/GSAT151A.1
- Instituto Nacional de Estadística e Informática . (INEI,2018). Censos nacionles 2017: XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas. <http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones digitales/Est/Lib1541/tom o2.pdf>
- Jalmacin , A., González, G., Mendoza, M. E., y Silva, F. (diciembre de 2017). Cambio de cobertura y uso de suelo en cuencas tropicales costeras del Pacífico central mexicano. *Investigaciones Geográficas, boletín del instituto de geografía*, 64-81. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188461118300062>
- Janssen, L. L. F., y van der Wel, F. J. M. (1994). Accuracy assessment of satellite derived land-cover data: A review. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 60(4), 419–426.
- Kumar, S., Shwetank, y Jain, K. (2020). A Multi-Temporal Landsat Data Analysis for Land-use/Land-cover Change in Haridwar Region using Remote Sensing Techniques. *Procedia Computer Science*, 171, 1184–1193. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.127>
- León , G. D., Pinedo, A., y Martínez , J. H. (2014). Aplicación de sensores remotos en el análisis de la fragmentación del paisaje en Cuchillas de la Zarca, México. *Investigaciones Geográficas*,42-53. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188461114708908#!>

- Liaw, A., y Wiener, M. (Diciembre de 2002). Classification and Regression by randomForest. The Newsletter of the R Project, 2, 1-41. https://www.r-project.org/doc/Rnews/Rnews_2002-3.pdf
- López, D. (2016). Análisis de cambio de cobertura con imágenes de satélite del tramo 3 de la carretera interoceánica(IIRSA-SUR) entre los años 2005-2011. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima-Perú.
- López, G., y Pita, S. (2011). Medidas de concordancia: el índice de Kappa. *Fisterra*, 01-05. <https://www.fisterra.com/mbe/investiga/kappa/kappa2.pdf>
- López, V. H., y Plata, W. (2009). Análisis de los cambios de cobertura de suelo derivados de la expansión urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2000. *Investigaciones Geograficas*, 68, 85–101. <https://doi.org/10.14350/rig.18000>
- Martínez, J. (2005). Fundamentos de Teledetección Espacial. Comisión nacional del agua, 01-62. https://12-de.ilovepdf.com/serve/6585760960e277bdb9c8da41e49c22a1_2f188bcf5cfdbc3ce85d0a97e475b4f7
- Merlotto, A., Piccolo, M. C., y Bértola, G. R. (2012). Crecimiento urbano y cambios del uso/cobertura del suelo en las ciudades de necochea y quequén, buenos aires, Argentina. *Revista de Geografía Norte Grande*, 176(53), 159–176. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022012000300010>
- Medina, G., y Mejía, A. (2014). Análisis multitemporal y multifractal de la deglaciación de la cordillera parón en los andes de Perú. *Ecología Aplicada*, 13(1), 35–42. <https://doi.org/10.21704/rea.v13i1-2.452>
- Ministerio del Ambiente (MINAM.,2015). Mapa Nacional de Cobertura Vegetal. Memoria Descriptiva, 108. <https://www.gob.pe/minam>
- Ministerio del Ambiente. (MINAM,2014). Análisis de las dinámicas de cambio de cobertura de la tierra en la comunidad andina. <http://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/wp-content/uploads/sites/18/2013/10/Informe-final-de-Proyecto-Dinamica-de-los-Cambios-de-la-Tierra-CAN.pdf>
- Moran , M., Bryant, R., Thome, K., Nouvellon , W., Gonzalez-Dugo, M., & Clarke, J. (2001). A refined empirical line approach for reflectance factor retrieval from Landsat-5 TM and Landsat-7 ETM+. *ELSEVIER*, 78, 71-81. <https://pubag.nal.usda.gov/download/6459/pdf>
- Muñoz, D. J., Ferreira, M., Escalante, I. B., y Lopez, J. (2013). Relación entre la cobertura del terreno y la degradación física y biológica de un suelo aluvial en una región semiárida. *Terra Latinoamericana*, 31(3), 201–210.
- Muñoz-Jiménez, O., Lòpez-Acosta, J. C., y Villegas-Patraca, R. (2019). Diversidad y estructura de un paisaje antropizado de La Venta, Juchitàn, Oaxaca, Mèxico. *Acta Botànica Mexicana* , 01-24. <http://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n126/2448-7589-abm-126-e1413.pdf>

- Nájera, O., Bojórquez, J., Cifuentes, J., & Marcelleño, S. (2010). Cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca del río Mololoa, Nayarit. *Biociencias*, 1(1), 19–29. <https://doi.org/https://doi.org/10.15741/revbio.01.01.03>
- Nina, J. J. (2015). Cambios de la cobertura del suelo en la Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca- Arequipa, Moquegua- Perú, en relación a la variación de la temperatura y precipitación, durante el periodo 1986-2010. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Oliva, M., Pérez, R., Salas, R., Gamarra, O., Leiva, S., Collazos, R., & Maicelo, J. (2017). Quantification of the tall grass area of the Gocta and Chinata microbasins and their potential as a carbon stock. *Scientia Agropecuaria*, 8(3), 233–241. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.03.06>
- Organizacion de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura. (FAO,2015). Status of the World's Soil Resources (SWSR). Main Report. <http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf>
- Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion (FAO,2001). Indicadores de la calidad de la tierra y su uso para la agricultura sostenible y el desarrollo rural. In *Boletín De La Tierra Y Su Uso Para La Agricultura Sostenible Y El Desarrollo Rural* (Vol. 5). <http://www.fao.org/tempref/agl/agll/docs/lw5s.pdf>
- Orihuela, D. (2019). Clasificación de cobertura de la tierra en la cuenca Lurín utilizando imagenes de sensores remotos. 67. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4123>
- Palacios, E. (2015). Análisis multitemporal en la cobertura boscosa de la zona norte del departamento del Chocó, 1990-2014. Tesis de grado, Universidad de Manizales, Colombia.
- Paula, P. A., Zambrano , L., y Paula, P. (2018). Analisis multitemporal de los cambios de la vegetación, en la reserva de producción de fauna Chimborazo como consecuencia del cambio climático. *Enfoque UTE*, IX(2), 125-137. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v9n2/1390-6542-enfoqueute-9-02-00125.pdf>
- Pérez, D., D'Odorico , P., y Godeas, M. (25 de Marzo de 2010). Reconocimiento de alteración hidrotermal con el sensor ASTER, en el curso medio del río Santa Cruz (31°40'S), provincia de SAN JUAN . *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 623 - 633. <http://www.scielo.org.ar/pdf/raga/v66n4/v66n4a21.pdf>
- Primack, R. (2000). *Fundamentos de conservación biológica: Perspectivas Latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica. Obtenido de www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=ZAMOCAT.xis&B1=Buscar&formato=1&cantidad=50&expresion=Primack,%20Richard
- Reyes, I. G. (2014). Análisis de cambios de usos de suelo para los años 1984, 200 y 2008 de la cuenca del río Tenancingo, estado de México. Tesis de grado, Universidad Autónoma del Estado de México, Mexico.

- Richters, E. J. (1995). Manejo del uso de la tierra en América Central. Costa Rica: IICA. <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=jP8zb7CICMUC&oi=fnd&pg=PA17&dq=definicion+de+usos+de+tierras&ots=nXS8RwIofu&sig=0VtpK80bPoraccLxQci rQqpa95M#v=onepage&q=definicion%20de%20usos%20de%20tierras&f=false>
- Rodríguez, D., Sánchez, N., Domínguez, A., y Marta, C. (2015). Cuestiones de teledetección.
- Rojas, F. L. (2017). Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el Distrito de Ichocán, Provincia de San Marcos - Cajamarca, periodo 1989-2015. Tesis de grado, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrel, Cajamarca.
- Rubio, Y. A. (2018). Análisis del cambio de cobertura y uso de la tierra con imágenes satelitales del distrito de Lajas periodos 1987-2002-2016. Universidad Nacional de Cajamarca, 1-55. [http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1009%0Ahttp://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2987/Tesis completa Ronald Romero.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1009%0Ahttp://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2987/Tesis%20completa%20Ronald%20Romero.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Salas, M., Fernández, E., Quintana, G., y Aguila, M. (13 de Marzo de 2017). Efecto de la pendiente y pedregosidad sobre el reparto del agua de lluvia, su cuantificación y aplicación al estudio de la vegetación en zonas áridas. *Investigaciones Geográficas*, 51-63. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188461117300286>
- Salinas, W. E., Terrazas, M., Mora, A., y Paredes, C. U. (2020). Análisis multitemporal de cambios de uso de la tierra en San Fernando, Tamaulipas, durante el periodo 1987 a 2017. *CienciaUAT*, 14(2), 160-173. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v14i2.1298>
- Sánchez, J. M. (2016). Análisis de la calidad cartográfica mediante el estudio de la matriz de confusión. *MAIC*, VI(2), 9-26. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5998855.pdf>
- Sarría, F. A. (2014). Sistemas de información geográfica. Universidad de Murcia, 01-203. <http://fobos.inf.um.es/alonso/SIGCCAA/temario.pdf>
- Seingier, G., Espejel, I., y Fermán, J. L. (2009). Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación Ambiental*, 1(1), 54-69.
- Smith, J., y Schwartz, J. (2015). Deforestación en el Perú. WWF, 01-06. https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/la_deforestacion_en_el_peru.pdf
- Sobrino, J., Jiménez-Muñoz, J., y Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *ELSEVIER*, 90, 434-440.
- Suárez-Parra, K. V., Cély-Reyes, G. E., y Forero-Ulloa, F. E. (2016). Validación de la metodología Corine Land Cover (CLC) para determinación espacio-temporal de coberturas: caso microcuenca de la quebrada Mecha (Cómbita, Boyacá), Colombia. *Biota Colombiana*, 17(1), 1-15. <https://doi.org/10.21068/c2016v17r01a01>
- Tang, J., Wang, L., y Yao, Z. (2008). Analyses of urban landscape dynamics using multi-temporal satellite images: A comparison of two petroleum-oriented cities. *Landscape and Urban Planning*, 87(4), 269-278. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.06.011>

- Valencia , M., y Anaya, A. (05 de Octubre de 2009). Implementación de la Metodología Corine Land Cover con imagenes Ikonos. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 40-52. <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15/v8n15a04.pdf>
- Vergara, G., Sandoval, V., y Herrera, M. Á. (2018). Análisis Del Cambio Temporal Y Espacial Del Uso Del Suelo En La Región Centro-Sur De Chile. *Ciência Florestal*, 28(4), 1831–1844. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509835342%0Ahttps://periodicos.ufsm.br/cienciafloresta/article/view/35342>
- Weber, C., y Puissant, A. (2003). Urbanization pressure and modeling of urban growth: example of the Tunis Metropolitan Area. *Remote Sensing of Environment*, 86(3), 341–352. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00077-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00077-4)

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo I. Glosario de términos

ArcGIS: Es un sistema completo que permite recopilar, organizar, administrar, procesar, analizar y compartir, distribuir información geográfica.

Banda: Es la región del espectro electromagnético en la cual las longitudes de onda adyacentes se comportan de forma similar o son generadas por mecanismos similares.

Biosfera: Capa del planeta Tierra en donde se desarrolla la vida.

Bits: Es la unidad de medida más pequeña y básica de almacenamiento que puede tomar un ordenador.

Cobertura vegetal: Capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre.

Envi: Es el software líder para el procesamiento y análisis de imágenes de satélite y de fotografías aéreas que tiene completa integración con ArcGIS de Esri. Puede leer, visualizar, analizar y procesar diferentes formatos y tipos de imágenes.

Escala: Es la relación matemática que existe entre las dimensiones reales y las del dibujo que representa la realidad sobre un plano o un mapa.

Imagen Satelital: Representación visual de la información capturada por un sensor montado en un satélite artificial, los cuales recogen información reflejada para la superficie de la tierra que luego es enviada a la tierra y que procesada convenientemente entrega valiosa información sobre las características de la zona que cubre.

Landsat: Es una serie de satélites construidos y puestos en órbita por EEUU, para la observación en alta resolución de la superficie terrestre.

Mapa: Es una representación gráfica simplificada del territorio con propiedades métricas, sobre una superficie bidimensional, que puede ser plana, esférica, o incluso poliédrica.

ND (Nivel digital): Valor numérico discreto asignado por el sistema formador de imágenes a cada celda, en respuesta a la irradiancia recibida sobre el plano focal del sensor.

Pixel: unidad mínima que conforma una imagen digital. A mayor densidad de píxeles, mayor calidad de imagen.

Ráster: Consta de una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información, como la temperatura.

Sensor: Es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida.

Shapefile: Es un formato sencillo y no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas.

Anexo 2: Sistema de clasificación de la cobertura Corine Land Cover adaptado para el Perú

4.4.1.1.Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Definición a nivel II
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano 1.1.2. Tejido urbano discontinuo		Las áreas urbanizadas incluyen los espacios cubiertos por infraestructura urbana y todas aquellas áreas verdes y redes de comunicación asociadas con ellas, que configuran un tejido urbano.
	1.2. Áreas industriales e infraestructura	1.2.1. Áreas industriales o 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados 1.2.3. Áreas portuarias 1.2.4. Aeropuertos 1.2.5. Obras hidráulicas		Comprende áreas cubiertas por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios y comunicaciones. Se incluyen tanto las instalaciones como las redes de comunicaciones que permiten el desarrollo de los

				procesos específicos de cada actividad.
	1.3. Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras	1.3.1. Áreas de extracción de minería e hidrocarburos 1.3.2. Áreas de disposición de residuos		Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales asociados con actividades mineras e hidrocarburíferas, de construcción, producción industrial y vertimiento de residuos de diferente origen. (Incluye colas y desmontes).
	1.4. Áreas verdes artificializadas no agrícolas	1.4.1 Áreas verdes urbanas 1.4.2 Instalaciones recreativas		Comprende las áreas verdes localizadas en las zonas urbanas, sobre las cuales se desarrollan actividades comerciales, recreacionales, de conservación y amortiguación donde los

				<p>diferentes usos no requieren de infraestructura construida apreciable. En general, estas áreas verdes son el resultado de procesos de planificación urbana o áreas que por los procesos de urbanización quedaron embebidas en el perímetro de la ciudad.</p>
2. Áreas Agrícolas	2.1 Cultivos transitorios			<p>Tienen como característica fundamental, que después de la cosecha es necesario volver a sembrar o plantar para seguir produciendo. Comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo</p>

			<p>es generalmente corto (hasta 2 años), llegando incluso a ser sólo de unos pocos meses, como por ejemplo los cereales (maíz, trigo, cebada y arroz), los tubérculos (papa y yuca), las oleoginosas (el ajonjolí y el algodón), la mayor parte de las hortalizas, algunas especies de flores de cielo abierto.</p>
	2.2 Cultivos permanentes		<p>Comprende los territorios dedicados a los cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a dos años, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar; se</p>

				<p>incluyen en esta categoría los cultivos industriales de caña, los cultivos de herbáceas como plátano y banano; los cultivos arbustivos como café y cacao; y los cultivos arbóreos como palma africana y árboles frutales.</p>
	2.3 Pastos			<p>Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por las familias Poaceae y Fabaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un periodo de 2 o más años. Algunas de las categorías</p>

				<p>definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente y en el manejo posterior que se hace.</p>
	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas			<p>Son unidades que se reúnen dos o más clases coberturas agrícolas y</p>

				<p>naturales. Están, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tendencia de la tierra. 70% intervenido en la UMN. Si él % es menor, la cobertura continua define a la matriz.</p>
3. Bosques y áreas	3.1 Bosque	3.1.1 Bosque denso bajo		<p>Altura mayor a 5m. Cobertura</p>

<p>mayormente naturales</p>		<p>3.1.2 Bosque abierto bajo 3.1.3 Bosque denso alto 3.1.4 Bosque abierto alto 3.1.5 Bosque fragmenado</p>	<p>mayor a 10%. Umbral entre denso y abierto: 70% de cobertura. Los bosques riparios y otros ecológicamente discernibles entrarían como nivel 4. Se consideran excepciones importantes definidas por restricciones bioclimáticas y biogeográficas (particularmente en Perú y Bolivia), como los bosques de Polylepis o Prosopis.</p>
	<p>3.2 Bosques Plantados</p>		<p>Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del</p>

				<p>hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras).</p>
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal	<p>3.1.1.1 Herbazal denso</p> <p>3.1.1.2 Herbazal abierto</p>	<p>Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en</p>

				<p>diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación) o abierta (30% - 70% de ocupación). Una hierba es una planta no lignificada o apenas lignificada, de manera que tiene consistencia blanda en todos sus órganos. Tanto subterráneos como epigeos (Font Queur, 1982). Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o sus intervenciones han sido selectivas y no ha alterado su</p>
--	--	--	--	--

				estructura original y las características funcionales (IGAC, 1999)
		3.3.2 Arbustal	3.1.1.1 Arbustal denso 3.1.1.2 Arbustal abierto	Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Un arbusto es una planta perenne, con estructura de tallo leñoso, con una altura entre 0,5 y 2, fuertemente ramificado en la base y sin copa definida (FAO, 2001).
		3.3.3 Vegetación secundaria o transición		Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación

				<p>natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre.</p>
		3.3.4 Vegetación arbustiva/ herbáceas	3.1.4.1 Vegetación arbustiva /	Comprende los territorios cubiertos por una mezcla de

			<p>herbácea densa</p> <p>3.1.1.2 Vegetación arbustiva / herbácea abierta</p>	<p>vegetación arbustiva y herbácea, desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos.</p>
		<p>3.3.5 Arbustal / área intervenida</p> <p>3.3.6 Herbazal / área intervenida</p> <p>3.3.7 Arbustal - Herbazal / área Intervenida</p>		
	3.4 Áreas sin o con poca vegetación	<p>3.4.1 Áreas arenosas naturales</p> <p>3.4.2 Afloramientos rocosos</p> <p>3.4.3 Tierras desnudas (incluyen áreas erosionadas</p>		<p>Comprende aquellos territorios en los cuales vegetal no existe o escasea, compuestas principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por</p>

		naturales y también degradadas) 3.4.4 Áreas quemadas 3.4.5 Glaciares 3.4.6 Solares		coberturas arenosas y afloramientos rocosos, algunos de los cuales pueden estar cubiertos por hielo y nieve.
4. Áreas húmedas	4.1 Áreas húmedas [<i>sic</i>] continentales	4.4.1 Áreas pantanosas 4.1.2 Tuberías y bofedales 4.1.3 Vegetación acuática sobre cuerpos de agua		
	4.2 Áreas húmedas costeras	4.2.1. Pantanos costeros 4.2.2. Salitral 4.2.3. Sustratos y sedimentos expuestos en bajamar		
5. Superficies de Agua	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)		
		5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes		
		5.1.3. Lagunas, lagos y ciénagas naturales		
		5.1.4. Canales		
		5.1.5. Cuerpos de agua artificiales		

	5.2 Aguas costeras	5.2.1. Lagunas costeras		
		5.2.2. Mares y océanos		
		5.2.3. Estanques para acuicultura marina		

Anexo 3: Panel fotográfico

Figura 25

Validación en campo de la cobertura y uso de la tierra del distrito de Chota



Figura 26

Área urbana del distrito de Chota



Figura 27

Cultivos transitorios del distrito de Chota

**Figura 28**

Cultivos transitorios del distrito de Chota



Figura 29

Área con bosques plantados en el distrito de Chota

**Figura 30**

Cobertura de herbazal del distrito de Chota



Figura 31

Área con cobertura de arbustal en el distrito de Chota

**Figura 32**

Influencia de los cultivos transitorios sobre el arbustal



Figura 33

Tierras desnudas a causa de actividades antrópicas

**Figura 34**

Fragmentación de la cobertura de la tierra a causa de actividades agrícolas

