

543

Septiembre de 2022
Gerencia Técnica /
Programa de Investigación Científica
Fondo Nacional del Café



Adopción del beneficio ecológico del café en Colombia

Una de las tecnologías que tiene la caficultura en Colombia para contribuir a la meta de alcanzar su sostenibilidad ambiental es el beneficio ecológico del café, el cual se define como: *“El conjunto de operaciones realizadas para transformar el fruto de café en café pergamino seco, conservando la calidad exigida por las normas de comercialización, evitando pérdidas del producto y eliminando procesos innecesarios, lográndose además el aprovechamiento de los subproductos, lo cual representa el mayor ingreso económico para el caficultor, y la mínima alteración del agua estrictamente necesaria en el beneficio”* (Roa et al., 1999).

Avances Técnicos
Cenicafé





Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Nelson Rodríguez Valencia

Investigador Científico III
Disciplina de Poscosecha, Cenicafe
<https://orcid.org/0000-0003-0897-4013>

Hernando Duque Orrego

Gerente Técnico-FNC

Carlos Mario Jaramillo Cardona

Líder Nacional de Extensión
Gerencia Técnica-FNC

Laura Vanessa Quintero Yepes

Investigador Científico I
Disciplina de Poscosecha, Cenicafe
<https://orcid.org/0000-0002-9982-7790>

Centro Nacional de Investigaciones
de Café, Cenicafe
Manizales, Caldas, Colombia

DOI (Digital Object Identifier)
<https://doi.org/10.38141/10779/0543>

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafe

Diagramación

Luz Adriana Álvarez Monsalve

Imprenta

ISSN-0120-0178

ISSN-2145-3691 (En línea)

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Manizales, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8500707
A.A. 2427 Manizales
www.cenicafe.org

Con la implementación de esta tecnología en las fincas cafeteras se logra no sólo disminuir el consumo de agua, sino también reducir y hasta evitar el impacto ambiental negativo que pueden generar las aguas residuales generadas en el proceso de beneficio. Esto se traduce en un mayor volumen de agua limpia disponible en las microcuencas cafeteras, para sus diferentes usos (doméstico, agrícola, industrial, pecuario, acuícola y recreativo, entre otros), contribuyendo a la gestión integral del recurso hídrico a escala regional y nacional.

Además de las ventajas ya mencionadas, la adopción del beneficio ecológico con cero descargas, utilizando procesadores de pulpa tipo invernadero con recirculación completa de sus lixiviados y filtros verdes tipo invernadero con recirculación completa de sus drenados, en el manejo de las aguas residuales del café (Rodríguez et al., 2021), tiene un efecto positivo en la rentabilidad del negocio cafetero al no necesitar la caracterización del agua tratada, trámite exigido cuando se realiza el vertido al suelo o a cuerpos de agua superficiales (Decreto 3930 del 2010, MADS).

Las principales características del beneficio ecológico son:

1. El despulpado del fruto y el transporte de la pulpa se llevan a cabo sin el uso de agua.
2. La remoción del mucílago se efectúa de forma natural, mecánica o con aplicación de enzimas, utilizando desmucilaginosos, lavadores mecánicos o tanques de fermentación, que permiten lavar y clasificar el café, con un consumo específico de agua inferior a 5 L kg⁻¹ de café pergamino seco (cps).
3. La descomposición de la pulpa se hace en un procesador techado y con el área acorde a su producción.
4. Se controla la contaminación al medio natural mediante el aprovechamiento de los subproductos (pulpa y mucílago de café).
5. Se minimiza el consumo de agua (teniendo en cuenta las etapas de clasificación del fruto, lavado, clasificación y transporte del grano y lavado de los equipos, el consumo global de agua es menor a 10 L kg⁻¹ cps).

En la actualidad, el beneficio del café en Colombia, de acuerdo al consumo de agua y manejo de la contaminación, se clasifica en cuatro categorías: 1. Beneficio convencional (C), 2. Beneficio en transición a ecológico (T), 3. Beneficio ecológico (E) y 4. Beneficio ecológico sin vertimientos (Esv).

1. Beneficio convencional o tradicional del café (C)

Proceso tradicionalmente utilizado en Colombia para transformar el fruto en café pergamino seco y en el cual se usa agua en las etapas de despulpado, lavado y transporte (del fruto hasta las tolvas de recibo, del café despulpado y del café lavado hasta las unidades de secado), con un consumo global de agua cercano a los 40 L kg⁻¹ de cps (Zuluaga & Zambrano, 1993; Roa et al., 1999) y en el cual no se realiza manejo a los subproductos obtenidos o su manejo es limitado. Al interior de esta categoría se han identificado cuatro clases de beneficio convencional (C1, C2, C3, C4), en función de sus consumos de agua y manejo de los subproductos (Rodríguez et al., 2021).

2. Beneficio en transición a ecológico (T)

Proceso convencional que ha integrado tecnologías de ahorro de agua en algunas de sus etapas, por ejemplo, el uso del tanque sifón con recirculación para la clasificación hidráulica del fruto o el uso de desmucilaginosos y lavadores mecánicos para la remoción del mucílago fresco o degradado, pero los consumos globales de agua son mayores a 10 L kg⁻¹ de cps. En esta categoría también se incluye el beneficio convencional que ha integrado prácticas para el manejo de la pulpa en procesadores techados o sistemas de tratamiento para las aguas residuales del beneficio, pero el cálculo de sus indicadores de manejo de agua y de calidad ambiental no permite clasificarlos como beneficio ecológico, siendo necesario que se adopten más prácticas de ahorro de agua y manejo de la contaminación en las diferentes etapas del proceso. Al interior de esta categoría se han identificado cuatro clases de beneficio en transición a ecológico (T1, T2, T3, T4),

en función de sus consumos de agua y manejo de los subproductos (Rodríguez et al., 2021).

3. Beneficio ecológico del café (E)

Se caracteriza por cumplir dos condiciones fundamentales: 1. El consumo global de agua en la transformación del fruto en café pergamino seco es menor a 10 L kg⁻¹ de cps; 2. Se realiza un manejo parcial o total a los subproductos (pulpa y mucílago) generados en el proceso, con la aplicación de buenas prácticas agrícolas (Rodríguez et al., 2015). Al interior de esta categoría se han identificado cinco clases de beneficio ecológico (E1, E2, E3, E4, E5), en función de sus consumos de agua y manejo de los subproductos (Rodríguez et al., 2021).

4. Beneficio ecológico del café sin vertimientos (Esv)

Es aquel beneficio en el cual se hace un uso racional del agua y se tratan los subproductos generados (pulpa, mucílago, aguas residuales), de forma que no se generen vertimientos en el proceso. Para ello, los lixiviados generados en el proceso de descomposición de la pulpa de café mezclada con mucílago o con aguas mieles concentradas son recirculados permanentemente sobre el material en descomposición hasta lograr su incorporación completa; las aguas provenientes de los sistemas de tratamiento son manejadas en sistemas de filtros verdes y sus efluentes recirculados completamente en este sistema. Al interior de esta categoría se han identificado tres clases de beneficio ecológico sin vertimiento (Esv1, Esv2, Esv3), en función de sus consumos de agua.

Caracterización del beneficio de café en Colombia

Caracterización en el país

A partir del año 2017, el Servicio de Extensión Rural de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, inició la labor de caracterización de los diferentes tipos de beneficio presentes en las fincas cafeteras, a escala nacional. Para el año

2020 el número de beneficiaderos caracterizados, para determinar el tipo de beneficio empleado en la transformación del fruto a pergamino seco, era de 159.610 (Figura 1).

Los resultados muestran que sólo el 7,15% de los beneficiaderos corresponden a las diferentes clases del beneficio convencional (C1, C2, C3, C4), en las cuales los consumos de agua son altos y no se hace un manejo apropiado de los subproductos.

El 65,76% de los beneficiaderos se encuentran en las clases del beneficio en proceso de transición a beneficio ecológico (T1, T2, T3, T4), representando el beneficio en transición con reducción de agua (T1) el 31,07% de los beneficiaderos, y el beneficio en transición con alta reducción de agua (T4) el 19,42%, evidenciándose la alta sensibilización que tienen los caficultores por el uso eficiente del agua en el proceso de beneficio.

El 23,31% de los beneficiaderos caracterizados fueron tipificados en la categoría de beneficio ecológico (E1 a E5), es decir, con consumos de agua menores a 10 L kg⁻¹ de cps y con un manejo apropiado de los subproductos (pulpa y mucílago). El 1,49% del total de los beneficiaderos caracterizados fueron tipificados en la categoría de beneficio ecológico sin vertimientos (Esv1, Esv2, Esv3).

Los beneficiaderos sin caracterizar representaron el 2,30% del total.

Caracterización departamental

Las categorías de beneficio en transición a ecológico + beneficio ecológico alcanzaron valores en el rango entre 49,43% (para los beneficiaderos caracterizados en el departamento de La Guajira) y 97,47% (para los beneficiaderos caracterizados en el departamento de Boyacá). Los departamentos con el mayor porcentaje de beneficiaderos tipificados

como ecológicos, para el año 2020, fueron Quindío (42,89%), Cauca (32,28%) y Santander (29,16%). Los departamentos con el mayor porcentaje de beneficiaderos tipificados como en transición a ecológico, fueron Chocó (88,24%), Bolívar (85,62%) y Putumayo (84,21%). Los resultados de la caracterización del beneficio de café a escala departamental reflejan el esfuerzo de los caficultores para adoptar el beneficio ecológico en sus fincas (Figura 2).

Consumo promedio de agua en el beneficio de un kilogramo de café pergamino seco y contaminación promedio generada

En la Tabla 1 se presentan los resultados, por departamento, relacionados con tipo de beneficiadero caracterizado y su impacto ambiental. En color verde se muestran los departamentos con mayor avance en la adopción de las diferentes clases de beneficio ecológico + beneficio ecológico sin vertimientos (> 20% la suma de ambas categorías) y bajos porcentajes de beneficio convencional (< 6%); de igual forma, se muestran en color verde los departamentos con consumos de agua iguales o menores a 10 L kg⁻¹ cps (Figura 3) y/o con cargas orgánicas generadas menores a 300 g DQO/kg cps (Figura 4). En color amarillo están los departamentos con procesos de beneficio en transición a beneficio ecológico, con porcentajes de beneficio convencional entre el 6% y el 16% y de beneficio ecológico + beneficio ecológico sin vertimientos entre el 10% y el 20%, con consumos de agua entre 10 y 20 L kg⁻¹ cps (Figura 3) y/o con cargas orgánicas generadas entre 300 y 350 g DQO/kg cps (Figura 4). En color rojo aparecen los departamentos con menor avance en la adopción de procesos de beneficio ecológico + beneficio ecológico sin vertimientos (< 10%) y altos porcentajes de beneficio convencional (> 16%), con consumos de agua mayores a 20 L kg⁻¹ cps y con cargas orgánicas generadas mayores a 350 g DQO/kg cps (Figuras 3 y 4).

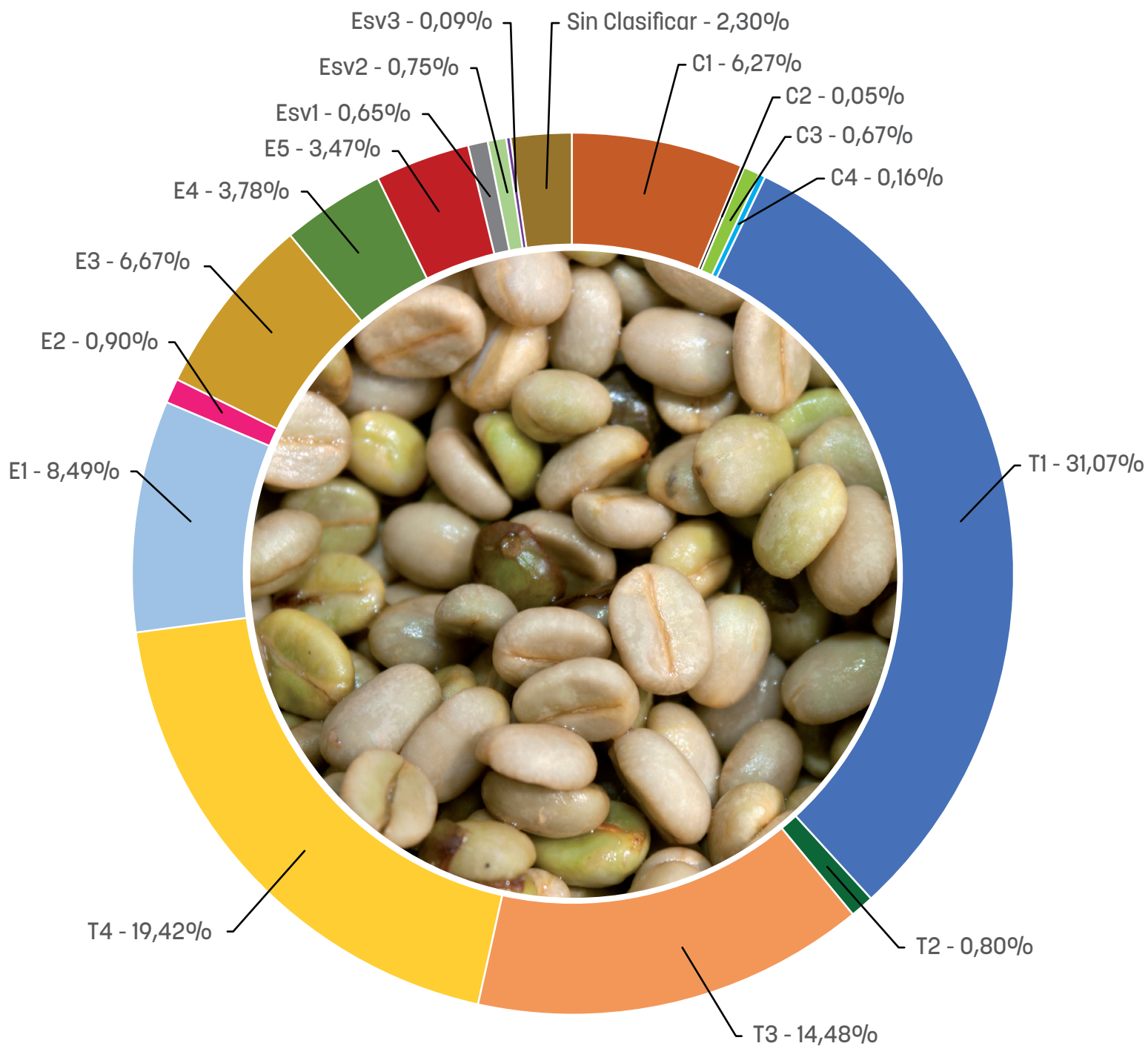


Figura 1. Resultados nacionales de la caracterización del beneficio del café. Corte a 31 de diciembre del 2020. C1, C2, C3 y C4: Beneficio convencional o tradicional. T1, T2, T3 y T4: Beneficio en transición a ecológico. E1, E2, E3, E4 y E5: Beneficio ecológico. Esv1, Esv2 y Esv3: Beneficio ecológico sin vertimientos.

Los resultados de la tipificación del beneficio del café a nivel nacional para el año 2020, muestran que alrededor de una cuarta parte de los beneficiarios caracterizados ya tienen implementado el beneficio ecológico y que cerca de las dos terceras partes de los beneficiarios están categorizados como beneficio en transición a ecológico, abarcando ambas categorías el 89%, reflejando el esfuerzo de los caficultores por la adopción e implementación de prácticas y tecnologías de beneficio que les permitan disminuir los consumos de agua y reducir los niveles de contaminación asociados al manejo de las aguas residuales generadas.

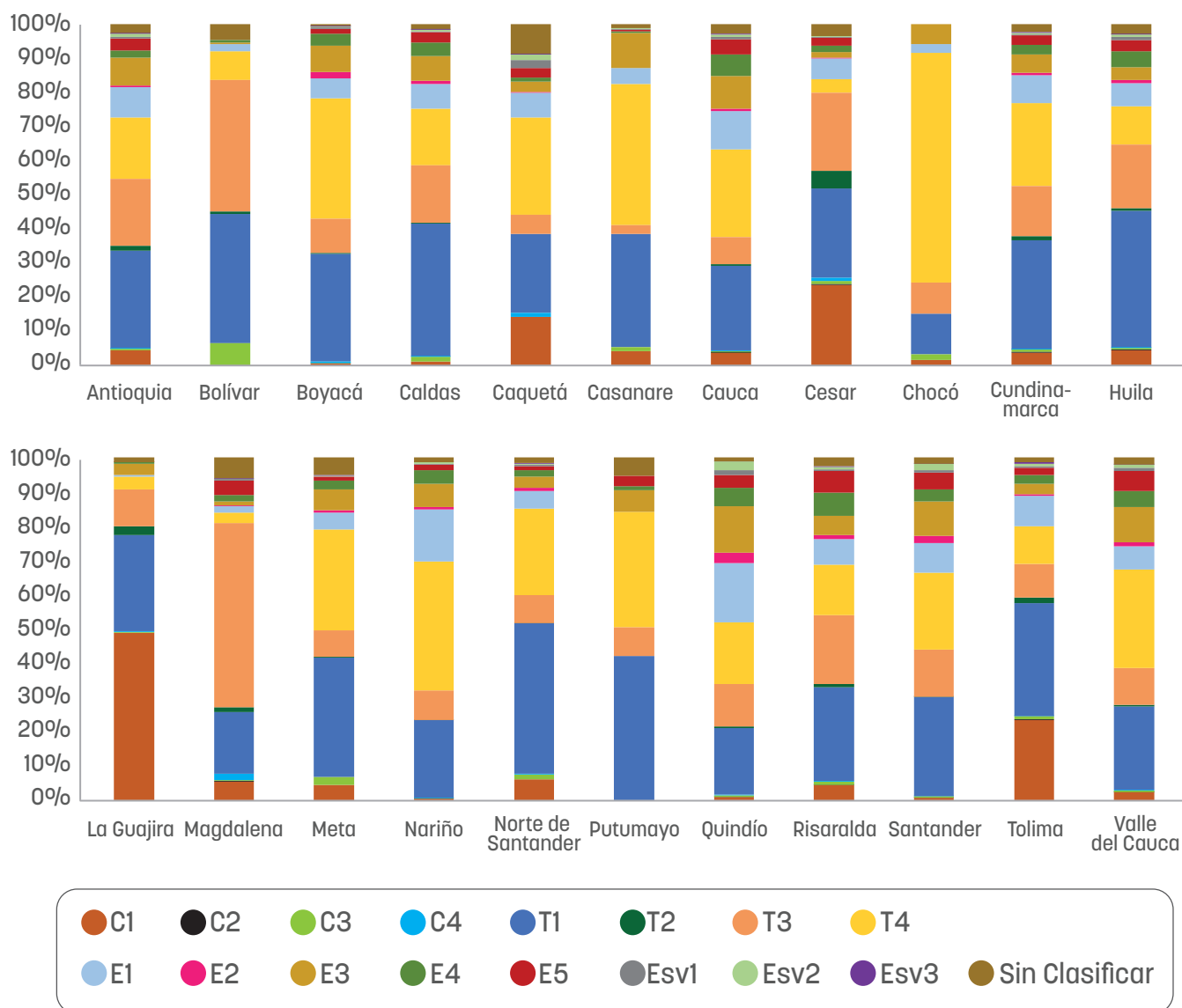


Figura 2. Resultados departamentales de la caracterización del beneficio del café. Corte a 31 de diciembre del 2020. C1, C2, C3 y C4: Beneficio convencional o tradicional. T1, T2, T3 y T4: Beneficio en transición a ecológico. E1, E2, E3, E4 y E5: Beneficio ecológico. Esv1, Esv2 y Esv3: Beneficio ecológico sin vertimientos.

Tabla 1. Indicadores del tipo de beneficio de café y su impacto ambiental a escala departamental. En color verde se muestran los departamentos con mayor avance en la adopción de las diferentes clases de beneficio ecológico + beneficio ecológico sin vertimientos, en color amarillo están los departamentos con procesos de beneficio en transición a beneficio ecológico, y en color rojo aparecen los departamentos con menor avance en la adopción de procesos de beneficio ecológico + beneficio ecológico sin vertimientos.

Departamento	Tipo de beneficio				Impacto ambiental	
	Convencional (%)	En transición a ecológico(%)	Ecológico (%)	Ecológico SV (%)	Consumo agua (L kg ⁻¹ cps)	Contaminación generada (g DQO kg ⁻¹ cps)
Antioquia	4,92	67,76	23,14	1,37	13	246
Bolívar	6,54	85,62	3,27	0,00	21	350
Boyacá	1,11	77,10	20,37	0,77	12	342
Caldas	2,51	72,74	22,50	0,59	15	306
Caquetá	15,35	57,29	14,45	4,13	17	393
Casanare	5,45	77,02	15,87	0,50	12	383
Cauca	4,51	58,83	32,28	1,52	12	322
Cesar	25,76	58,14	12,06	0,58	24	367
Chocó	3,36	88,24	8,40	0,00	8	377
Cundinamarca	4,76	72,05	19,97	0,84	14	334
Huila	5,21	70,85	19,24	1,77	17	337
La Guajira	49,28	45,11	4,31	0,00	30	482
Magdalena	7,64	76,31	9,36	0,57	23	302
Meta	6,89	72,07	15,56	0,38	16	399
Nariño	0,77	68,86	28,37	0,69	10	325
Norte de Santander	7,66	77,50	12,37	0,75	16	398
Putumayo	0,00	84,21	10,53	0,00	14	417
Quindío	1,60	50,40	42,89	3,96	10	230
Risaralda	5,51	63,19	27,34	1,32	15	277
Santander	1,29	65,07	29,16	2,73	11	266
Tolima	24,65	55,28	17,05	1,56	21	391
Valle del Cauca	2,94	64,40	28,68	1,84	13	300

Nota: El valor faltante para llegar al 100% en la tipificación de los beneficiaderos, corresponde a aquellos sin clasificar en el SICA.

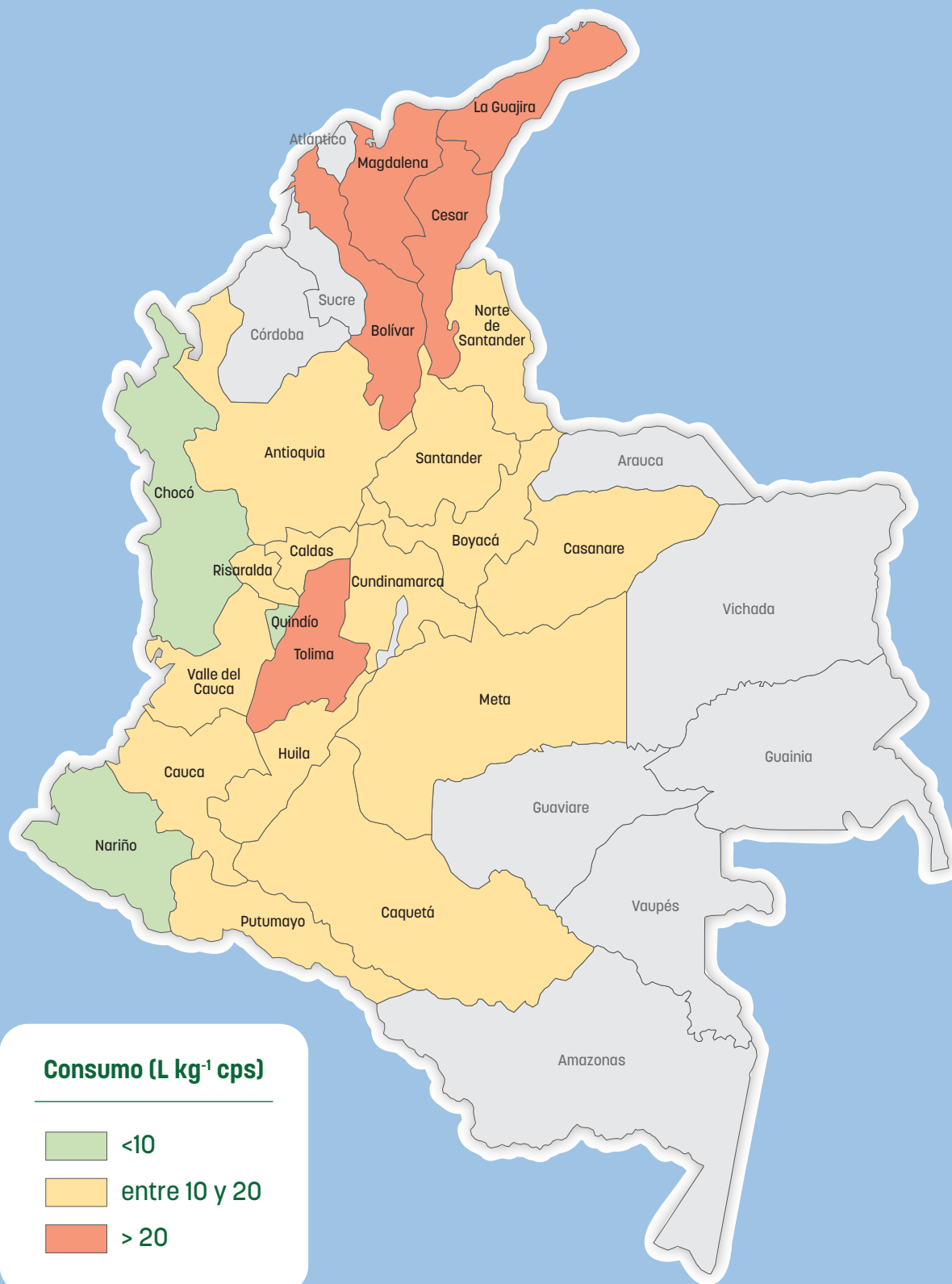


Figura 3. Consumo promedio de agua, en litros, para obtener 1,0 kg de cps, a escala departamental.

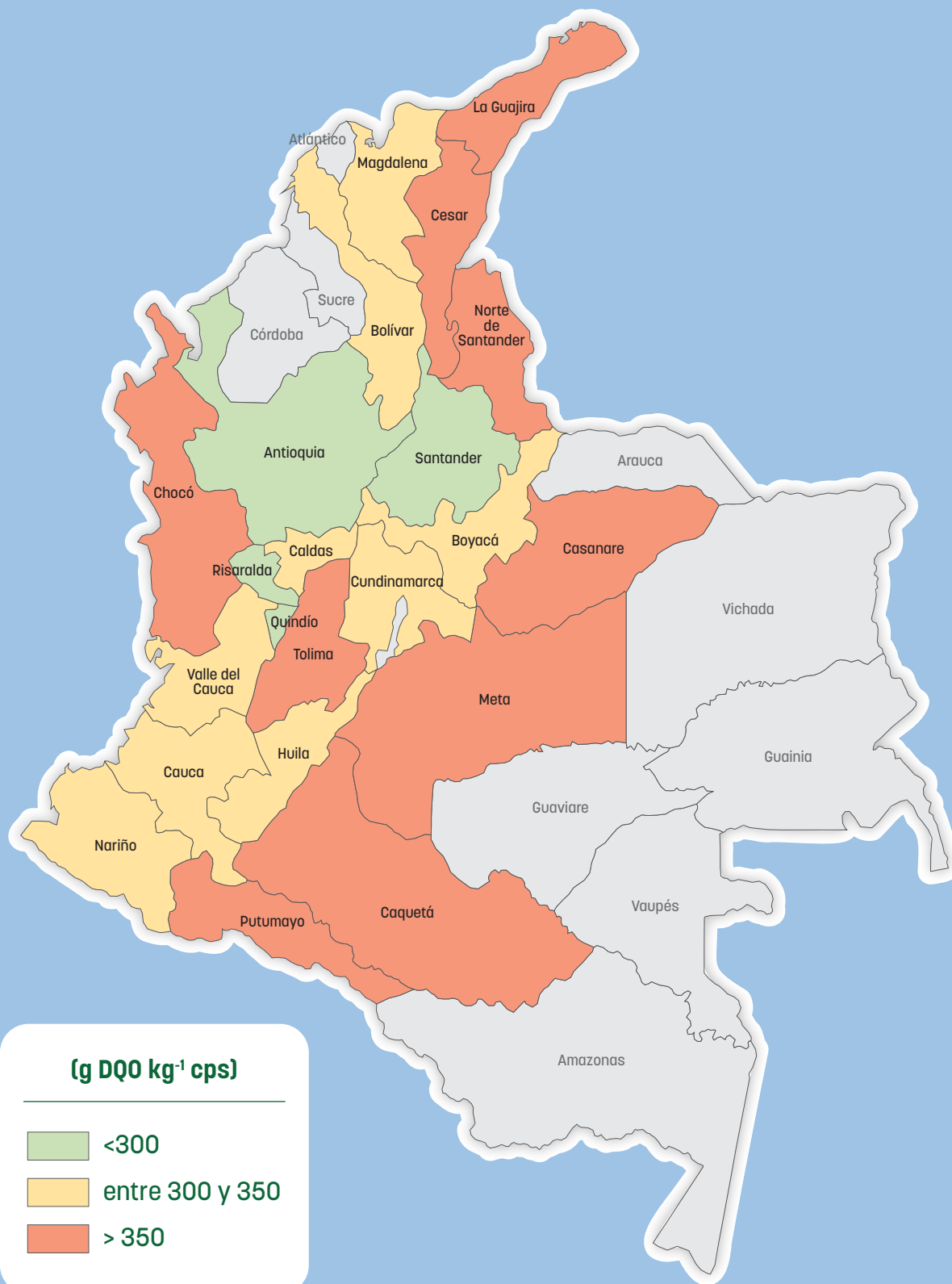


Figura 4. Contaminación promedio generada (g DQO kg⁻¹ cps) a escala departamental.

Impacto sobre el recurso hídrico nacional por la adopción de buenas prácticas en el beneficio del café (beneficio en transición a ecológico, ecológico y ecológico sin vertimientos), considerando la producción de las fincas con beneficiadero caracterizado en el año 2020

Basados en la tipificación de los beneficiaderos, al 31 de diciembre del 2020, y la producción de café pergamino seco de cada una de las fincas en las cuales se realizó la caracterización, se calculó el volumen de agua consumido en el beneficio del café y la contaminación generada.

Para el año 2020, la producción de café en las fincas en las cuales se realizó la tipificación de los beneficiaderos fue de 401.537 toneladas de café pergamino seco, con una demanda hídrica de 6.125.537 m³, para un consumo promedio de 15,26 L de agua por 1 kilogramo de cps, que supuso un ahorro de agua, respecto al beneficio convencional, de 9.935.924 m³, volumen de agua que al no consumirse queda disponible en las microcuencas cafeteras y podría suplir las necesidades anuales de abastecimiento demandadas por la población de ciudades como Tunja o Florencia.

En la caficultura, el agua no consumida en el beneficio representa un ahorro económico importante, dado que los cerca de 10 millones de m³ de agua no consumidos podrían tener un costo anual cercano a los \$ 7.452 millones COP (asumiendo el precio de 1 m³ de agua en \$ 750 COP).

De igual manera, la contaminación generada en la producción de las 401.537 toneladas de café pergamino seco, considerando los diferentes tipos de beneficiaderos, se estimó en 121.300 toneladas de DQO, que supuso una contaminación evitada, respecto al beneficio convencional, de 109.583 toneladas, equivalente a la contaminación anual generada en aguas residuales domésticas por la población de ciudades como Cali o Medellín.

Para la caficultura la contaminación evitada en el beneficio representa un ahorro económico importante, dado que la descontaminación de las cerca de 110 mil toneladas de DQO anuales evitadas, podrían tener un costo anual cercano a los \$ 54.792 millones COP (asumiendo en \$ 500.000 COP el costo de remover una tonelada de DQO).

Impacto sobre el recurso hídrico nacional por la adopción de buenas prácticas en el beneficio del café (beneficio en transición a ecológico, ecológico y ecológico sin vertimientos), considerando la producción nacional del año 2020

Apoyados en la producción cafetera por departamento, registrada en la página web de Agronet del Ministerio de Agricultura para el año 2020, se estimó el consumo global de agua y la contaminación generada para dicha producción, asumiendo que la tipificación realizada en las 159.610 fincas se conserva para las fincas de los cerca de 543.000 cafeteros del país.

Con base en esta información puede calcularse que la demanda hídrica nacional para el beneficio del café es del orden de 16,6 millones de m³, valor superior al estimado en el Estudio Nacional del Agua, ENA 2018 (IDEAM, 2019), en el cual se determina un valor de 5,5 millones de m³.

Respecto a las cargas contaminantes potencialmente vertidas a las corrientes hídricas, el ENA 2018 establece, para el café, un valor anual de 83.377 toneladas de DQO y 51.001 toneladas de Sólidos Suspendidos Totales (SST). Con base en la información de producción de café del año 2020 y la tipificación de los beneficiaderos en Colombia, se estima que la contaminación generada es del orden de 345.859 toneladas de DQO y 41.007 toneladas de SST.

No obstante, a partir de la construcción de la línea base del Programa Gestión Inteligente del Agua “Manos al Agua” ejecutado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia durante el período 2013 -2018, se determinó que el 71,8% de los caficultores realizan la descarga de las aguas residuales del beneficio al suelo y el 22,2% realizan la descarga a cuerpos de agua superficiales (Calderón & Rodríguez, 2018). Con base en esta información podría inferirse que el 22,2% de la contaminación generada llegaría a los cuerpos de agua de las microcuencas cafeteras, equivalente a 76.781 toneladas de DQO y 9.104 toneladas de SST.

Si los caficultores colombianos no estuvieran adoptando el beneficio ecológico y todo el café producido en el año 2020 se hubiera beneficiado por el método convencional, el consumo de agua hubiera sido del orden de 43,50 millones de m³ y la contaminación generada por la mala disposición de los subproductos (pulpa, mucílago, aguas mieles) hubiera sido de 625.770 toneladas de DQO que se habrían descargado al medio natural, impactado negativamente los recursos agua, suelo y aire.

El proceso de adopción del beneficio ecológico ha permitido disminuir los consumos de agua, para el caso de la cosecha del año 2020, de un valor de 43,50 millones de m³ (necesarios en el beneficio tradicional) a valores de 16,6 millones de m³ (representando un ahorro del 61,84%), reduciendo la contaminación generada de un valor de 625.770 toneladas de DQO (que se generarían en un beneficio convencional) a valores de 345.859 toneladas (representando una contaminación evitada del 44,73%).

Los datos presentados muestran las grandes ventajas, desde lo ambiental y lo económico, que tiene la adopción del beneficio ecológico por parte de los caficultores. Las cifras de agua ahorrada y contaminación evitada son muy significativas, teniendo en cuenta que las dos terceras partes de los beneficiaderos caracterizados están categorizados como en transición a beneficio ecológico; en el momento en que los productores implementen las prácticas y tecnologías de beneficio que les permitan cambiar de categoría a beneficio ecológico y beneficio ecológico sin vertimientos, se van a incrementar aún más los volúmenes de agua ahorrada y las toneladas de contaminación evitada, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental de la caficultura.



Familias caficultoras

Adoptar las diferentes tecnologías de beneficio ecológico generadas por Cenicafé, de acuerdo con su producción y su capacidad económica, mejora la rentabilidad de su negocio cafetero y además contribuye a la protección de su microcuenca y a la gestión integral del recurso hídrico nacional.

Agradecimientos

Al Servicio de Extensión Rural de la FNC por su labor de caracterización de los beneficiaderos de café de los caficultores colombianos.

Literatura citada

Calderón, R., & Rodríguez-Valencia, N. (2018). *Modelo integral de manejo de microcuencas cafeteras en Colombia, experiencia "Manos al Agua"*. Cenicafé. https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/libros/modelo_integrado_de_manejo_de_microcuencas_cafeteras

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018*. IDEAM. <https://cta.org.co/descargables-biblionet/agua-y-medio-ambiente/Estudio-Nacional-del-Agua-2018.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Decreto Número 3930 de 2010 por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley*

9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. <https://www.habitatbogota.gov.co/transparencia/normativa/decretos/decreto-3930-2010>

Roa, G., Oliveros, C. E., Álvarez, J., Ramírez, C. A., Sanz, J. R., Álvarez, J. R., Dávila, M. T., Zambrano, D. A., Puerta, G. I., & Rodríguez, N. (1999). *Beneficio ecológico del café*. Cenicafé. <http://hdl.handle.net/10778/882>

Rodríguez-Valencia, N., Sanz, J. R., Oliveros, C. E., & Ramírez, C. A. (2015). *Beneficio del café en Colombia: Prácticas y estrategias para el ahorro, uso eficiente del agua y el control de la contaminación hídrica en el proceso de beneficio húmedo del café*. Cenicafé. <http://hdl.handle.net/10778/659>

Rodríguez-Valencia, N., Sanz-Urbe, J. R., Ramírez, C. A., Quintero-Yepes, L., & Tibaduiza, C. A. (2021). Tipificación del beneficio del café en Colombia, relación con el consumo de agua, generación de vertimientos y huellas hídricas azul y gris. *Boletín*

Técnico Cenicafé, 46, 1–40. <https://doi.org/10.38141/10781/046>

Zuluaga, J., & Zambrano, D. A. (1993). Manejo del agua en el proceso de beneficio húmedo del café para el control de la contaminación. *Avances Técnicos Cenicafé*, 187, 1–4. <http://hdl.handle.net/10778/4254>

