

# ANÁLISIS MULTIBARRERA

## 1. INTRODUCCIÓN

En el Reglamento 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de mayo de 2020 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua, se establecen, en su Anexo 1. Sección 2. Cuadro 1, las clases de calidad de las aguas regeneradas mínimas que se deben emplear para diferentes categorías de cultivos, a menos que se utilicen barreras adicionales.

En el presente documento se analiza este enfoque multibarrera y se plantean alternativas para diferentes casuísticas de combinaciones de cultivos, métodos de riego y clases de calidad de agua.

Para ello, además del propio Reglamento, se han analizado las siguientes fuentes:

**COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN** Directrices para apoyar la aplicación del Reglamento 2020/741 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua

Cuadro 4.2 Ejemplos sobre cómo calcular el número y los tipos de barreras en función del tipo de cultivo y las clases de calidad de las aguas regeneradas requeridas, según el cuadro 1 del anexo 1 del Reglamento, teniendo en cuenta los cuadros 3 y 2 de la norma ISO 16075-2:2020 (recogidos en la presente Comunicación como cuadro 2 y cuadro 3, respectivamente) y el cuadro A.1 de la norma ISO 16075-2:2020. Las barreras se consideran cualificadas siempre que se apliquen buenas prácticas

Cuadro 2 Número sugerido de barreras necesarias para el riego con aguas regeneradas, en función de su calidad (adaptado del cuadro 3 de la norma ISO 16075:2020)

**ISO 16075-2** Second edition 2020-11 Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects — Part 2: Development of the project.

Table 2 - Suggested types and accredited number of barriers (Adapted from WHO 2006 and USEPA 2012)

Table 3 — Suggested number of barriers that are needed for irrigation with TWW according to their quality (adapted from WHO (2006) and USEPA (2012), according to the practical experience of the members)

Se presenta en primer lugar una tabla resumen con las diferentes opciones y posteriormente, para cada cultivo, las alternativas de manera esquemática, diferenciados en la clase de calidad A y el resto de las clases de agua regenerada. Por último, se incluye una tabla con las barreras recogidas en las directrices de la Comisión Europea.

## 2. RESUMEN DE ALTERNATIVAS

Clase de calidad mínima de las aguas regeneradas	Categoría de cultivo *	Método de riego admisible	Calidad de las aguas regeneradas producidas	Posibilidad de uso del agua producida	Número de barreras adicionales necesarias	
<b>A</b>	Todos los cultivos de alimentos que se consumen crudos en los que la parte comestible está en contacto directo con las aguas regeneradas y los tubérculos que se consumen crudos		Todos los métodos de riego		<b>A</b>	
	C1b1	Cultivos de hoja cultivados en la superficie del suelo y que se consumen crudos (por ejemplo, lechuga, espinaca, col china, repollo, apio).	Todos los métodos de riego	<b>B</b>	SI	1
				<b>C</b>	SI	3
			Riego por goteo subterráneo	<b>C</b>	SI	0
			--	<b>D</b>	<b>PROHIBIDO</b> <sup>1</sup>	--
	C1b2	Cultivos de alimentos que se consumen crudos y que crecen por encima del nivel del suelo y cuya parte comestible se encuentra 25 cm por encima de la superficie del suelo (por ejemplo, pimiento, tomate, pepino, calabacín, judía).	Todos los métodos de riego	<b>B</b>	SI	1
				<b>C</b>	SI	3
			Riego por goteo	<b>B</b>	SI	0
				<b>C</b>	SI	2

Clase de calidad mínima de las aguas regeneradas	Categoría de cultivo *	Método de riego admisible	Calidad de las aguas regeneradas producidas	Posibilidad de uso del agua producida	Número de barreras adicionales necesarias	
		Riego por goteo subterráneo	<b>C</b>	SI	0	
		--	<b>D</b>	<b>PROHIBIDO</b> <sup>1</sup>	--	
	C1b3	Cultivos de alimentos que se consumen crudos y que crecen por encima del nivel del suelo y cuya parte comestible se encuentra 25 cm por encima de la superficie del suelo con piel comestible.	Todos los métodos de riego	<b>B</b>	SI	1
			Riego por goteo	<b>C</b>	SI	2
			Riego por goteo subterráneo	<b>C</b>	SI	0
			--	<b>D</b>	<b>NO SE PLANTEA</b> <sup>2</sup>	--
	C2	Cultivos de alimentos que pueden ingerirse crudos y que crecen en el suelo (por ejemplo, zanahoria, rábano, cebolla).	Todos los métodos de riego	<b>B</b>	SI	1
				<b>C</b>	SI (en teoría) pero <b>NO PARECE POSIBLE</b> <sup>2</sup>	3
			--	<b>D</b>	<b>PROHIBIDO</b> <sup>1</sup>	--

Clase de calidad mínima de las aguas regeneradas	Categoría de cultivo *	Método de riego admisible	Calidad de las aguas regeneradas producidas	Posibilidad de uso del agua producida	Número de barreras adicionales necesarias
<b>B</b> <b>C</b>	Los cultivos de alimentos que se consumen crudos cuando la parte comestible se produce por encima del nivel del suelo y no está en contacto directo con las aguas regeneradas, los cultivos de alimentos transformados y los cultivos no alimenticios, incluidos los cultivos utilizados para alimentar a animales productores de carne o leche.	Todos los métodos de riego	<b>B</b>		
		Riego por goteo u otro método de riego que evite el contacto directo con la parte comestible del cultivo	<b>C</b>		
	C1b4 Cultivos de alimentos cultivados en suelo que pueden consumirse crudos una vez pelados (por ejemplo, sandía, melón, guisante).	Todos los métodos de riego	<b>C</b>	SI	2
		Riego por goteo	<b>C</b>	SI	1
		Riego por aspersión o	<b>C</b>	SI	1

Clase de calidad mínima de las aguas regeneradas	Categoría de cultivo *	Método de riego admisible	Calidad de las aguas regeneradas producidas	Posibilidad de uso del agua producida	Número de barreras adicionales necesarias	
		micro-aspersión				
		Riego por goteo subterráneo	C	SI	0	
		--	D	NO SE PLANTEA <sup>2</sup>	--	
	C1b5	Cultivos de alimentos por encima del nivel del suelo en los que la parte comestible está 25 cm por encima de la superficie del suelo, o se comen cocinados o transformados (por ejemplo, berenjena, calabaza, judía verde, alcachofa).	Todos los métodos de riego	C	SI	1 + 1 <sup>3</sup>
			Riego por goteo	C	SI	1
			Riego por aspersión o micro-aspersión	C	SI	1
			Riego por goteo subterráneo	C	SI	0
			--	D	NO SE PLANTEA <sup>2</sup>	--
	C1a1	Cultivos de alimentos que crecen por encima del nivel del suelo, como > 50 cm o más por encima del nivel del suelo, con piel comestible (huerto de frutas con piel comestible: manzana,	Todos los métodos de riego	C	SI	0
				D	SI	3

Clase de calidad mínima de las aguas regeneradas	Categoría de cultivo *	Método de riego admisible	Calidad de las aguas regeneradas producidas	Posibilidad de uso del agua producida	Número de barreras adicionales necesarias
	ciruela, pera, melocotón, albaricoque, caqui, cereza, cítricos, dátiles; o huerto de frutas que se consumen peladas: mango, aguacate, papaya, granada). Huerto de frutas consumidas una vez transformadas (por ejemplo, aceituna).	Riego por goteo	<b>D</b>	SI	1
		Riego por aspersión o micro-aspersión	<b>D</b>	SI	1
	C1a2 Huertos para frutos de cáscara (por ejemplo, almendra, pistacho)	Todos los métodos de riego	<b>C</b>	SI	1
			<b>D</b>	SI	3
	C31 Cultivos de alimentos que se consumen cocinados y crecen en el suelo (por ejemplo, patata).	Todos los métodos de riego	<b>C</b>	SI	1 + 1 <sup>3</sup>
			<b>D</b>	NO SE PLANTEA <sup>2</sup>	--
	C32 Cultivos de alimentos situados por encima del nivel del suelo que pueden consumirse después de su secado y cocinado (alubias, lentejas).	Todos los métodos de riego	<b>C</b>	SI	2
			<b>D</b>	NO SE PLANTEA <sup>2</sup>	--
	C33 Cultivos forrajeros para la alimentación de animales productores de leche o carne (por ejemplo, alfalfa)	Todos los métodos de riego	<b>C</b>	SI	0 + 1 <sup>3</sup>
			<b>D</b>	SI	1 + 2 <sup>3</sup>

Clase de calidad mínima de las aguas regeneradas	Categoría de cultivo *		Método de riego admisible	Calidad de las aguas regeneradas producidas	Posibilidad de uso del agua producida	Número de barreras adicionales necesarias
<b>D</b>	Cultivos destinados a la industria y a la producción de energía y de semillas		Todos los métodos de riego	<b>D</b>		
	C4	Cultivos destinados a la industria y la producción de energía y semillas <sup>4</sup>	Todos los métodos de riego			

Notas:

(\*) Categorías generales de cultivo conforme al Cuadro 1. Sección 2. Anexo I del Reglamento 741/2020.

Subcategorías de cultivos conforme al Cuadro 4.2. de la Comunicación de la CE.

(1) Prohibido conforme el Cuadro 1. Sección 2. Anexo I del Reglamento 741/2020.

(2) Conforme el Cuadro 4.2 de la Comunicación de la CE.

(3) Existen diferencias entre las barreras necesarias según distintas tablas de la Comunicación de la CE:

Primer sumando: Barreras necesarias según el Cuadro 2.

Segundo sumando: Número de barreras adicionales al primer sumando según el Cuadro 4.2.

(4) Para el riego de semillas, el Cuadro 2 de la Comunicación de la CE propone emplear 1 barrera adicional con la clase D, con la puntualización de la nota de la norma ISO 16075: 2020:

Semillas comestibles o semillas para siembra que hayan sido regadas durante menos de 30 días antes de la cosecha. Si el período anterior a la recolección es igual o superior a 30 días, la clase D puede ser directamente aplicable sin restricciones (es decir, sin necesidad de barreras adicionales).

### 3. ALTERNATIVAS PARA CLASE DE CALIDAD A

A continuación, se resumen las alternativas para todos los cultivos de alimentos que se consumen crudos en los que la parte comestible está en contacto directo con las aguas regeneradas y los tubérculos que se consumen crudos, subcategorizados conforme al cuadro 4.2 de la Comunicación de la CE.

#### 3.1. C1b1 Cultivos de hoja cultivados en la superficie del suelo y que se consumen crudos (por ejemplo, lechuga, espinaca, col china, repollo, apio).

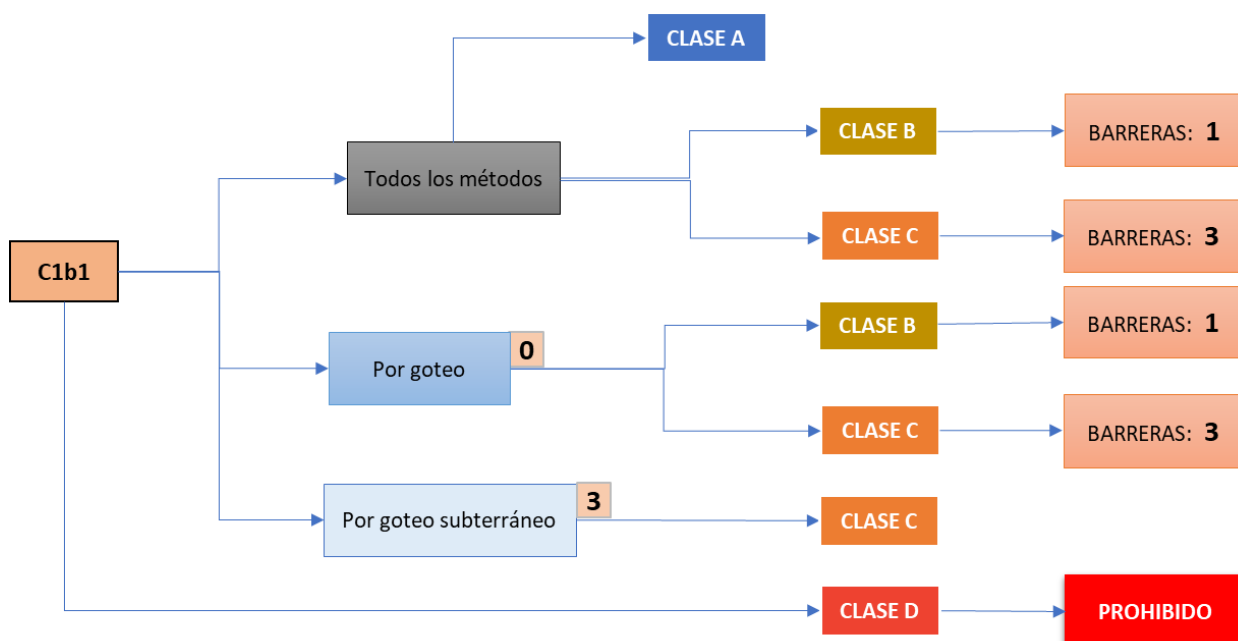


Figura 1. Alternativas de riego para los cultivos C1b1

#### Notas:

**PROHIBIDO**

Prohibido conforme el Cuadro 1. Sección 2. Anexo I del Reglamento 741/2020.

#### Comentarios:

Se trata de cultivos que crecen a ras de suelo, sobre el terreno o sobre el caballón y se consumen crudos.



**3.2. C1b2 Cultivos de alimentos que se consumen crudos y que crecen por encima del nivel del suelo y cuya parte comestible se encuentra 25 cm por encima de la superficie del suelo (por ejemplo, pimiento, tomate, pepino, calabacín, judía).**

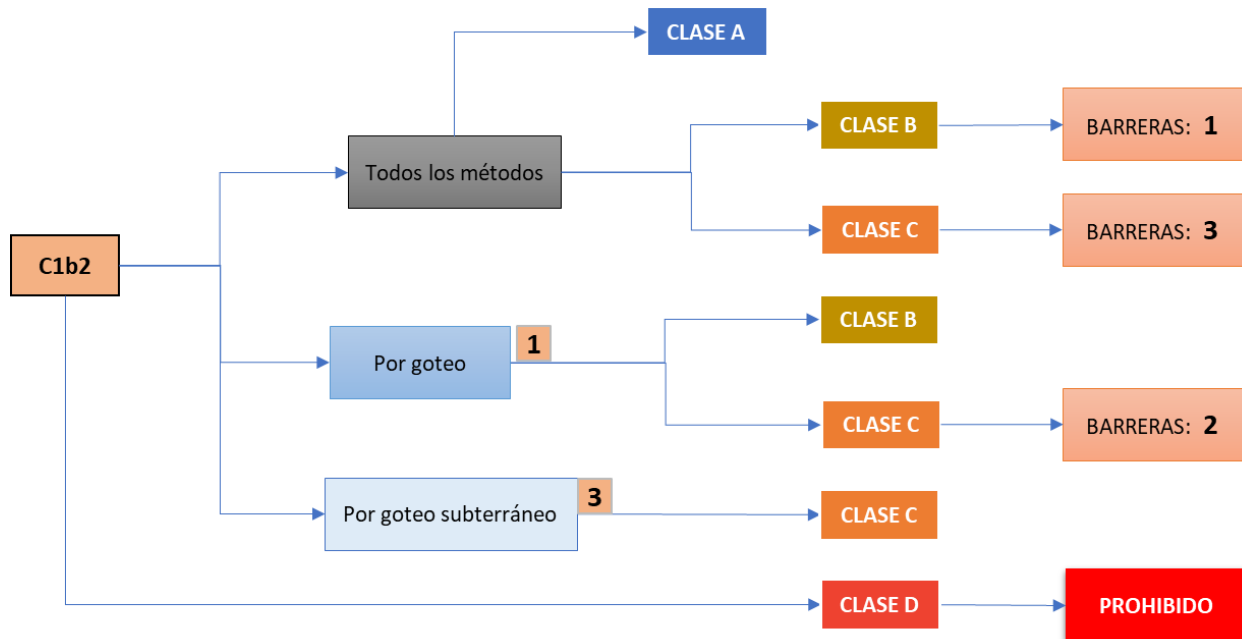


Figura 2. Alternativas de riego para los cultivos C1b2

Notas:

**PROHIBIDO**

Prohibido conforme el Cuadro 1. Sección 2. Anexo I del Reglamento 741/2020.

Comentarios:

La fruta u hortaliza se encuentra por encima del nivel del suelo, no se apoya ni crece a ras de suelo y se soporta en las ramas de la planta.

### 3.3. C1b3 Cultivos de alimentos que se consumen crudos y que crecen por encima del nivel del suelo y cuya parte comestible se encuentra 25 cm por encima de la superficie del suelo con piel comestible.

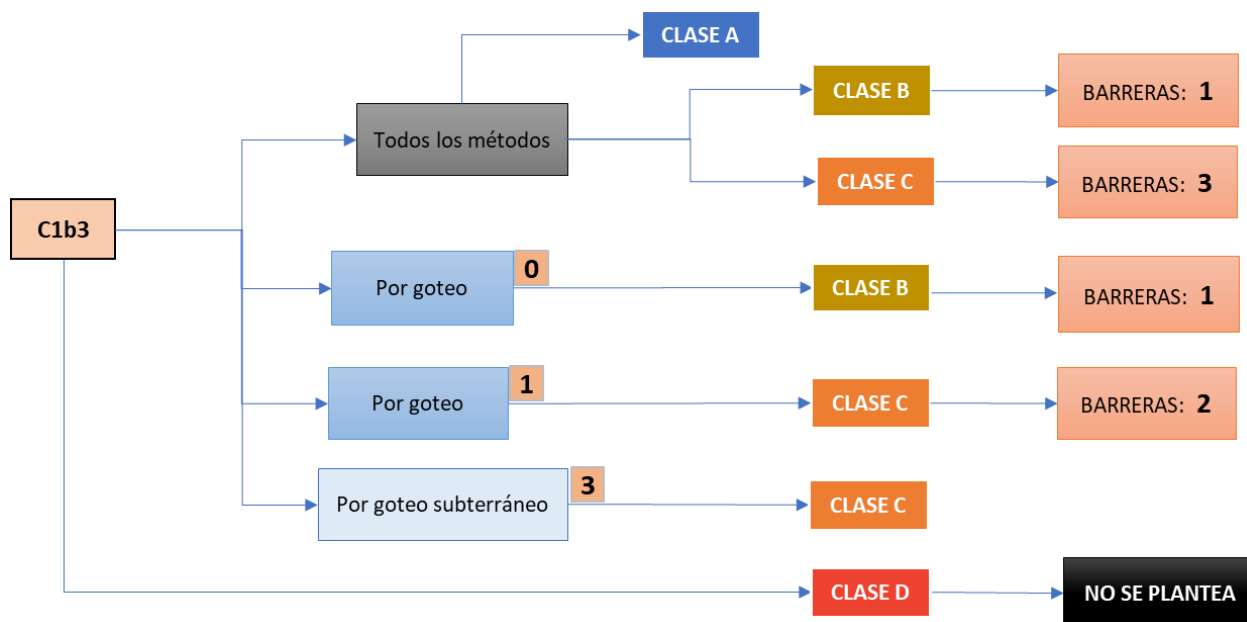


Figura 3: Alternativas de riego para los cultivos C1b3

#### Notas:

**NO SE PLANTEA**

Conforme el Cuadro 4.2 de la Comunicación de la CE.

#### Comentarios:

Son similares a los del grupo C1b2 pero en este caso se comen con piel y están separados del nivel del suelo porque se soportan en las ramas de la planta (p.e. fresa, arándanos, ...).

### 3.4. C2 Cultivos de alimentos que pueden ingerirse crudos y que crecen en el suelo (por ejemplo, zanahoria, rábano, cebolla).

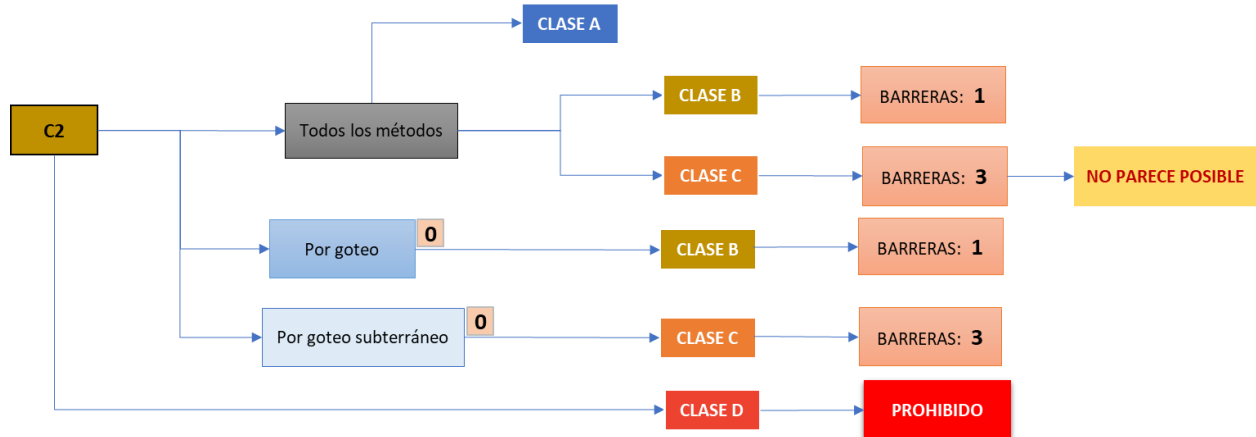


Figura 4: Alternativas de riego para los cultivos C2

#### Notas:

**PROHIBIDO** Prohibido conforme el Cuadro 1. Sección 2. Anexo I del Reglamento 741/2020.

**NO PARECE POSIBLE** Conforme el Cuadro 4.2 de la Comunicación de la CE.

#### Comentarios:

Los tubérculos crecen debajo del nivel del terreno quedando su hoja por encima del mismo. Los métodos de riego por goteo y de goteo subterráneo hacen que el cultivo esté en contacto con el agua, por tanto, no se pueden utilizar como barreras.

#### 4. ALTERNATIVAS PARA CLASES DE CALIDAD B, C Y D

A continuación, se resumen las alternativas que se pueden plantear para las siguientes categorías de cultivos:

- Los cultivos de alimentos que se consumen crudos cuando la parte comestible se produce por encima del nivel del suelo y no está en contacto directo con las aguas regeneradas, los cultivos de alimentos transformados y los cultivos no alimenticios, incluidos los cultivos utilizados para alimentar a animales productores de carne o leche.
- Cultivos destinados a la industria y a la producción de energía y de semillas.

La subcategorización es conforme al cuadro 4.2 de la Comunicación de la CE.

##### 4.1. C1b4 Cultivos de alimentos cultivados en suelo que pueden consumirse crudos una vez pelados (por ejemplo, sandía, melón, guisante).

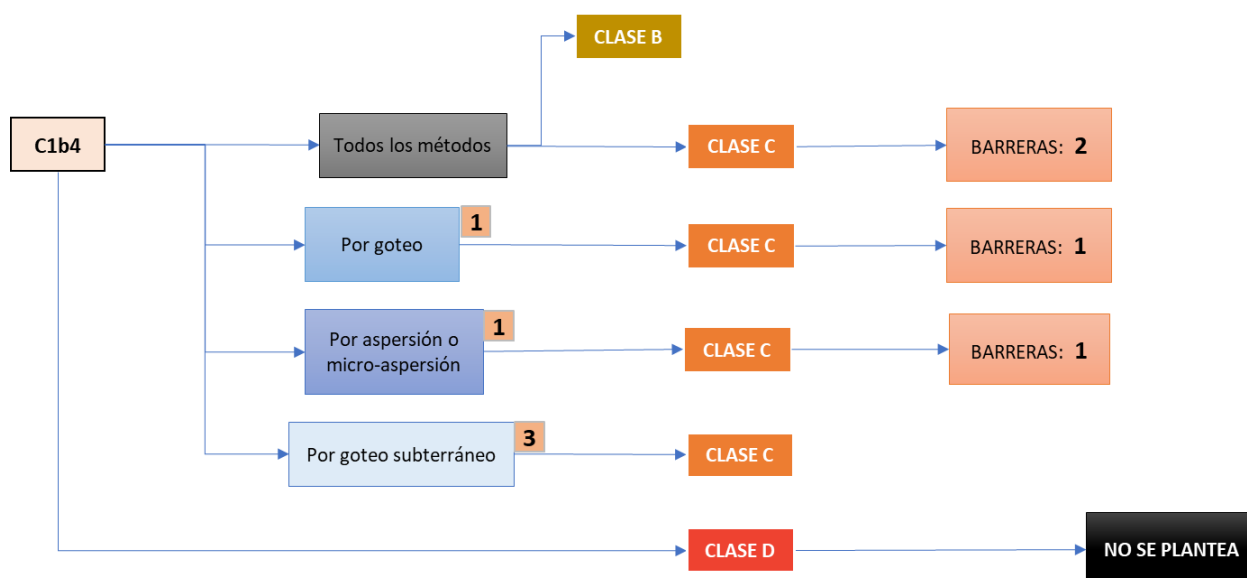


Figura 5. Alternativas de riego para los cultivos C1b4

#### Notas:

**NO SE PLANTEA**

Conforme el Cuadro 4.2 de la Comunicación de la CE.

#### Comentarios:

Si bien crecen en contacto con el suelo por su peso, o no como en el caso del guisante, se consumen una vez pelados, con lo cual el riego a presión se puede utilizar como barrera.

**4.2. C1b5 Cultivos de alimentos por encima del nivel del suelo en los que la parte comestible está 25 cm por encima de la superficie del suelo, o se comen cocinados o transformados (por ejemplo, berenjena, calabaza, judía verde, alcachofa).**

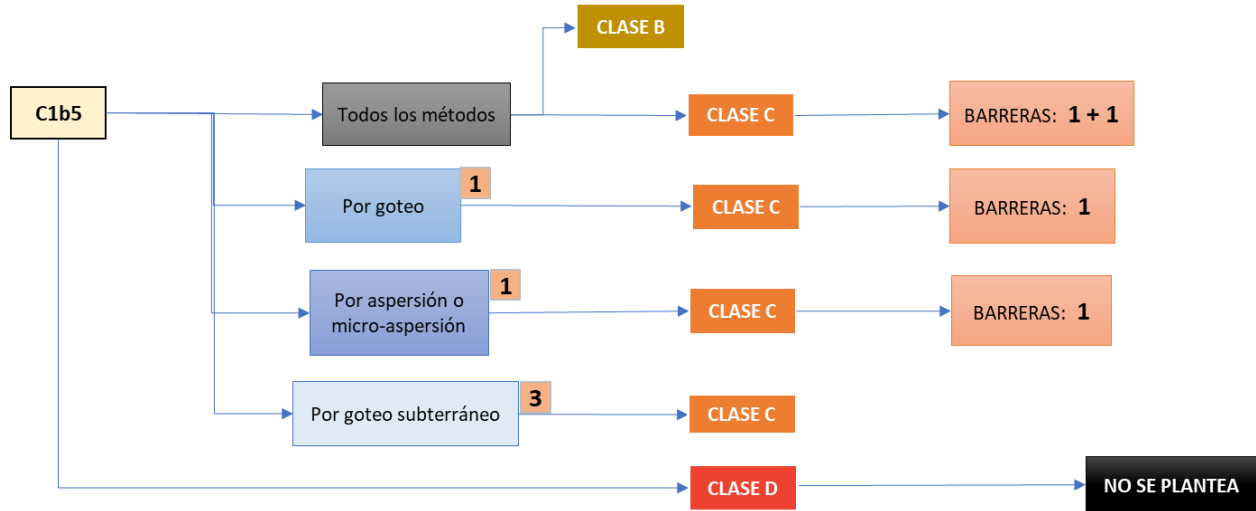


Figura 6: Alternativas de riego para los cultivos C1b5

Notas:

**NO SE PLANTEA**

Conforme el Cuadro 4.2 de la Comunicación de la CE.

**BARRERAS:**

Existen diferencias entre las barreras necesarias según distintas tablas de la Comunicación de la CE:

- Primer sumando: Barreras necesarias según el Cuadro 2.
- Segundo sumando: Número de barreras adicionales al primer sumando según el Cuadro 4.2.

Comentarios:

Para este tipo de cultivos es posible pasar de Clase B a C utilizando cualquier riego a presión más las barreras necesarias para llegar a 2, que es el número requerido según el cuadro 4.2 de las directrices de la CE. La fruta está por encima del nivel del suelo o se cocinan o transforman para comer si se apoya en el terreno.

**4.3. C1a1 Cultivos de alimentos que crecen por encima del nivel del suelo, como > 50 cm o más por encima del nivel del suelo, con piel comestible (huerto de frutas con piel comestible: manzana, ciruela, pera, melocotón, albaricoque, caqui, cereza, cítricos, dátiles; o huerto de frutas que se consumen peladas: mango, aguacate, papaya, granada).**

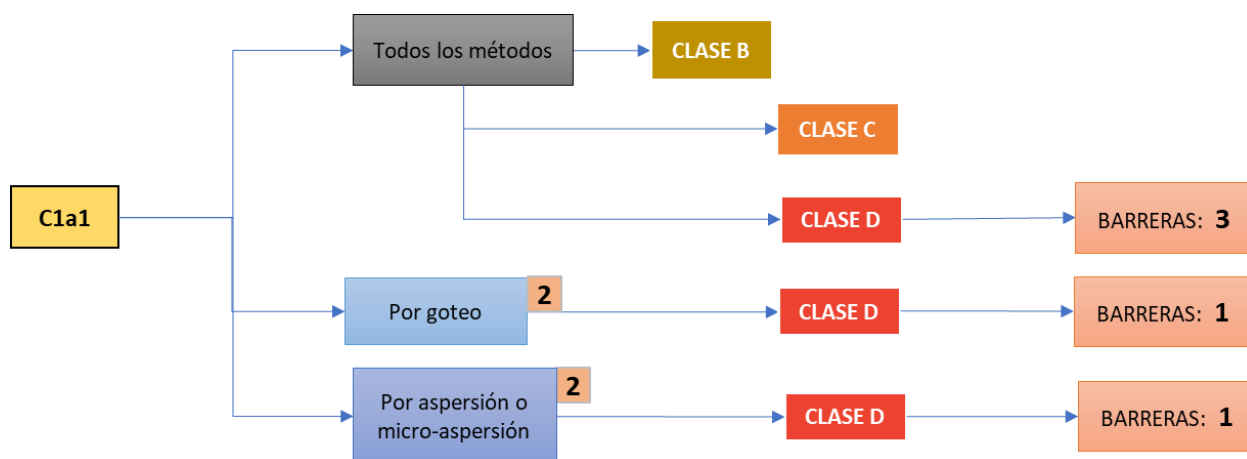


Figura 7: Alternativas de riego para los cultivos C1a1

Comentarios:

El porte de estos árboles frutales es alto, la fruta puede estar a >50 cm por encima del suelo, con lo cual se puede utilizar la clase C con cualquier tipo de riego.

Para clase D, cuando se emplea riego por aspersión o microaspersión en el esquema, la equivalencia a 2 barreras considera que los cultivos están a 50 cm o más del chorro de agua.

#### 4.4. C1a2 Huertos para frutos de cáscara (por ejemplo, almendra, pistacho)

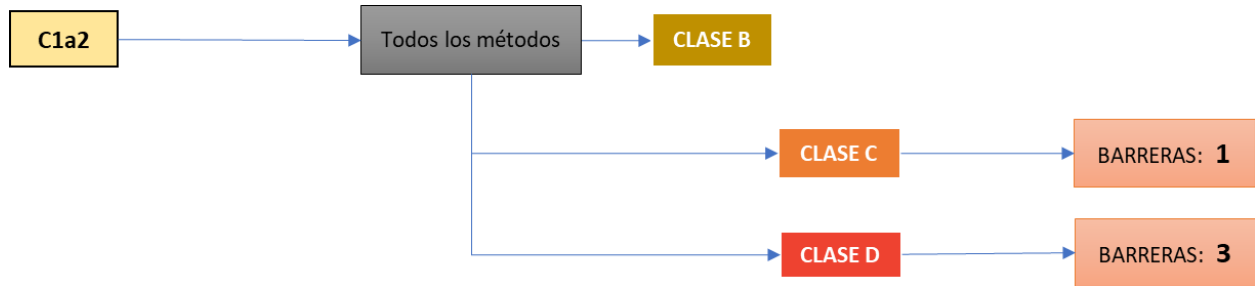


Figura 8: Alternativas de riego para los cultivos C1a2

#### Comentarios:

El porte de estos árboles frutales es alto, la fruta puede estar a >50 cm por encima del suelo, pero por su forma de manejo y consumo no puede utilizarse clase C sin recurrir a una barrera adicional, como el secado al sol del cultivo.

Para clase D se puede utilizar cualquier tipo de riego, pero deben implementarse barreras adicionales a las del propio secado al sol habitual para llegar a las 3 barreras requeridas.

#### 4.5. C31 Cultivos de alimentos que se consumen cocinados y crecen en el suelo (por ejemplo, patata).

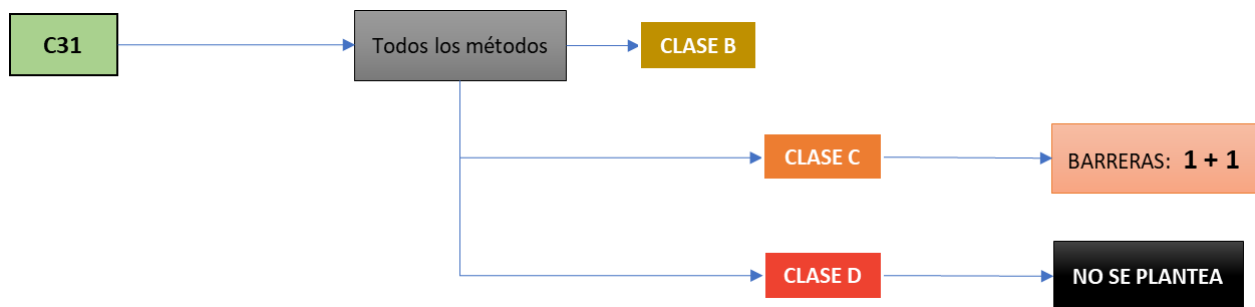


Figura 9: Alternativas de riego para los cultivos C31

#### Notas:

**NO SE PLANTEA**

Conforme el Cuadro 4.2 de la Comunicación de la CE.

**BARRERAS:**

Existen diferencias entre las barreras necesarias según distintas tablas de la Comunicación de la CE:

- Primer sumando: Barreras necesarias según el Cuadro 2.
- Segundo sumando: Número de barreras adicionales al primer sumando según el Cuadro 4.2.

#### Comentarios:

Si bien crecen en contacto con el suelo o incluso por debajo del nivel del terreno, se consumen una vez cocinados, con lo cual el método de riego es indiferente en lo que se refiere a su efecto barrera.

Para clase C se deben utilizar dos barreras según el cuadro 4.2 de las directrices de la CE, independientemente del método de riego. La clase D no se plantea en la citada tabla para este tipo de cultivos.

#### 4.6. C32 Cultivos de alimentos situados por encima del nivel del suelo que pueden consumirse después de su secado y cocinado (alubias, lentejas).

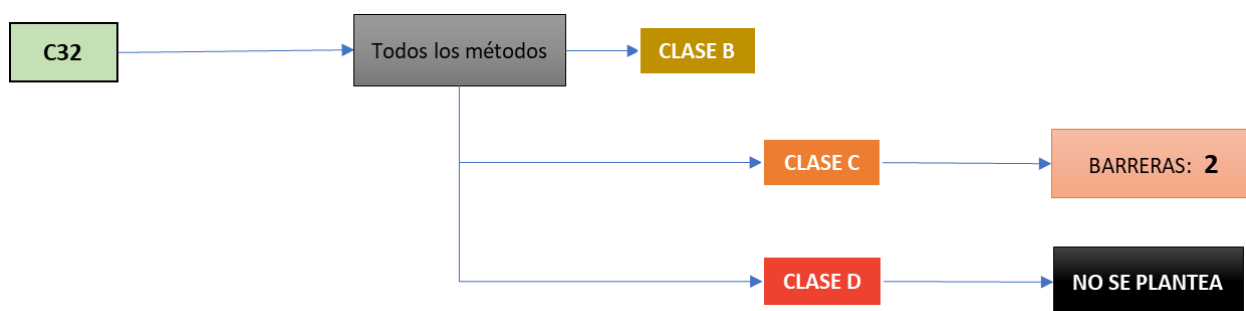


Figura 10: Alternativas de riego para los cultivos C32

#### Notas:

**NO SE PLANTEA**

Conforme el Cuadro 4.2 de la Comunicación de la CE.

#### Comentarios:

Son cultivos que crecen a escasa altura del suelo, en plantas de escaso porte, que se consumen una vez secados y cocinados, con lo cual el método de riego es indiferente en lo que se refiere a su efecto barrera.

Para clase C se deben utilizar dos barreras, independientemente del método de riego. La clase D no se plantea para este tipo de cultivos según el cuadro 4.2 de las directrices de la CE.



#### 4.7. C33 Cultivos forrajeros para la alimentación de animales productores de leche o carne (por ejemplo, alfalfa).

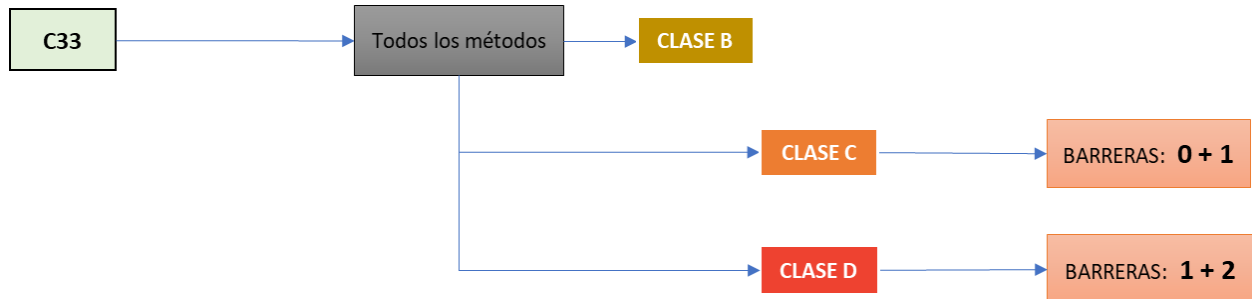


Figura 11: Alternativas de riego para los cultivos C33

#### Notas:

##### BARRERAS:

Existen diferencias entre las barreras necesarias según distintas tablas de la Comunicación de la CE:

- Primer sumando: Barreras necesarias según el Cuadro 2.
- Segundo sumando: Número de barreras adicionales al primer sumando según el Cuadro 4.2.

#### Comentarios:

Los forrajes, gramíneas y leguminosas admiten todo tipo de riego. Normalmente se dejan de regar entre 3 y 10 días antes de la cosecha.

Según el cuadro 4.2. de las directrices de la CE, para clase C se debe utilizar una barrera, independientemente del método de riego y para la clase D dos barreras para este tipo de cultivos.

#### 4.8. C4 Cultivos destinados a la industria y la producción de energía y semillas



Figura 12: Alternativas de riego para los cultivos C4

#### Comentarios:

Para el riego de semillas, el Cuadro 2 de la Comunicación de la CE propone emplear 1 barrera adicional con la clase D, con la puntualización de la nota de la norma ISO 16075: 2020:

Semillas comestibles o semillas para siembra que hayan sido regadas durante menos de 30 días antes de la cosecha. Si el período anterior a la recolección es igual o superior a 30 días, la clase D puede ser directamente aplicable sin restricciones (es decir, sin necesidad de barreras adicionales).

Por tanto, en el esquema previo sólo se considera este último supuesto.

## 5. BARRERAS

La siguiente tabla recoge las barreras de las directrices de la Comisión Europea, que están basadas en la norma ISO 16075:2020.

Tabla 1 Tipos de barreras acreditadas y sus correspondientes reducciones logarítmicas de patógenos (adaptado del cuadro 2 de la norma ISO 16075:2020). Fuente: Cuadro 3 de la Comunicación de la Comisión (2022/C 298/01).

Tipo de barrera	Aplicación	Reducción logarítmica de patógeno	Número de barreras
<b>RIEGO DE CULTIVOS DE ALIMENTOS</b>			
Riego por goteo	Riego por goteo de cultivos bajos, como los que crecen a 25 cm o más por encima del nivel del suelo.	2	1
	Riego por goteo de cultivos altos, como los que crecen a 50 cm o más por encima del nivel del suelo.	4	2
	Riego por goteo subsuperficial en el que el agua no asciende por acción capilar a la superficie del suelo.	6	3
Riego por aspersión y microaspersión	Riego por aspersores y microaspersores en cultivos bajos, como a 25 cm o más del chorro de agua.	2	1
	Riego por aspersores y microaspersores en árboles frutales, como a 50 cm o más del chorro de agua.	4	2
Desinfección adicional sobre el terreno.	Desinfección de bajo nivel (1 mg/l de cloro total, después de 30 minutos de cloración).	2	1
	Desinfección de nivel alto ( $\geq 1$ mg/l de cloro total, después de 30 minutos de cloración).	4	2
Lámina de cubierta resistente a la luz solar.	En riego por goteo, donde la lámina separa el riego de las hortalizas.	Entre 2 y 4	1

Tipo de barrera	Aplicación	Reducción logarítmica de patógeno	Número de barreras
Reducción del patógeno.	Reducción mediante el cese o la interrupción del riego antes de la cosecha.	De 0,5 a 2 al día	Entre 1 y 2
Lavado de los alimentos antes de su venta a los consumidores.	Lavado de cultivos para ensalada, hortalizas y frutas con agua potable.	1	1
Desinfección de los alimentos antes de su venta a los consumidores.	Lavado de cultivos para ensalada, hortalizas y frutas con una solución desinfectante débil y aclarado con agua potable.	1	1
Pelado de alimentos.	Pelado de frutas y tubérculos	2	1
<b>RIEGO DE FORRAJES Y CULTIVOS PARA SEMILLAS</b>			
Control de acceso	Restringir la entrada en el campo de regadío durante 24 horas o más después del riego, por ejemplo, los animales que entran en los pastos o los trabajadores que acceden a los campos.	Entre 0,5 y 2	1
	Restricción de la entrada en el campo de regadío cinco días y más después del riego.	Entre 2 y 4	2
Secado al sol de cultivos forrajeros.	Cultivos forrajeros y otros cultivos secados al sol y cosechados antes de su consumo.	Entre 2 y 4	2
<p>Nota: Podrían existir ya barreras en el campo de regadío; las restricciones a los cultivos y los métodos de riego como barreras ya están incluidos en el Reglamento a la hora de seleccionar la clase de calidad de las aguas regeneradas y el tipo de cultivo.</p>			