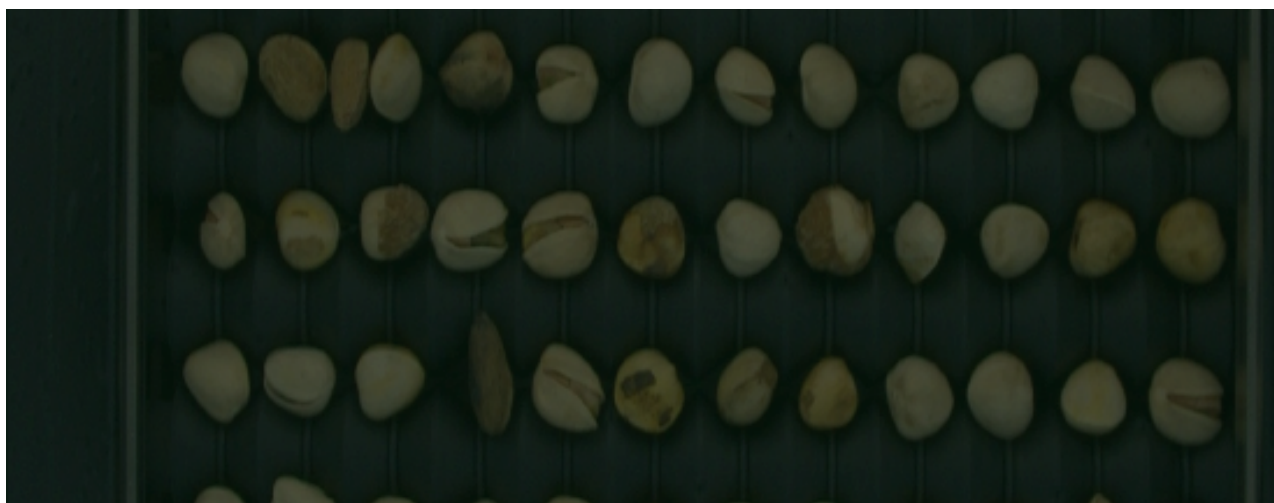


PISTACHO: LA IA QUE SABE LO QUE VE

Clasificación de apertura, calibre, calidad y defectos con aprendizaje abierto y control del cliente



LA DIFERENCIA DE SES

Todos los fabricantes relevantes utilizan visión avanzada e inteligencia artificial. SES se diferencia porque su IA interpreta el pistacho como un conjunto, reconoce anomalías, aprende nuevas categorías y convierte el criterio del cliente en una decisión industrial repetible.

99,6 %

EFICIENCIA
Configuración multiclase SES

360°

COBERTURA VISUAL
Giro o arquitectura multivista

<0.4 %

FALSO RECHAZO
Objetivo documentado en pistacho

1. RESUMEN EJECUTIVO

Una inteligencia visual diseñada para distinguir el valor comercial real de cada pistacho.

La clasificación de pistacho es una de las pruebas más exigentes para cualquier sistema de visión. No basta con separar producto claro y oscuro. La máquina debe reconocer si la apertura es natural o mecánica, distinguir un semiabierto de un cerrado, evaluar calibre, color, manchas, integridad, restos vegetales, insectos, moho y cuerpos extraños, y convertir esa lectura en una categoría comercial.

LA TESIS CENTRAL

SES no entrega una receta cerrada para pistacho. Entrega una inteligencia capaz de observar, comprender y aprender. El cliente puede definir qué considera premium, estándar, industrial o rechazo y enseñar ese criterio al sistema con sus propias muestras.

1 COMPRENSIÓN GLOBAL

Integra apertura, forma, color, textura, defectos y contexto de la pieza completa.

2 APRENDIZAJE ABIERTO

Puede detectar desviaciones aunque no exista una clase específica para cada defecto futuro.

3 ENTRENABLE POR EL CLIENTE

Nuevas variedades, tolerancias y categorías se aprenden con producto real.

4 RENDIMIENTO DEMOSTRADO

Eficiencia de hasta el 99,6 % en configuraciones multiclase SES.

La ventaja se hace visible cuando varias señales aparecen a la vez: un pistacho puede estar abierto pero manchado, ser de gran calibre pero estar vacío, o presentar una fisura mínima que lo sitúe entre semiabierto y cerrado. SES resuelve la decisión completa por unidad.

2. UNA IA EQUIVALENTE AL OJO HUMANO EXPERTO

No compara únicamente píxeles: interpreta el pistacho completo y aplica un criterio aprendido.

Un inspector experimentado reconoce de un vistazo la diferencia entre una apertura natural valiosa y una fisura mínima; aprecia si una mancha es superficial o compromete la presentación; detecta una rotura, un daño de insecto o un resto vegetal y decide el destino comercial. SES traslada esa lógica funcional a una línea industrial.

SABER QUÉ SE ESTÁ VIENDO

La expresión no implica conciencia humana. Significa que el modelo relaciona apertura, geometría, color, textura y anomalías dentro de una representación coherente del producto, y no como reglas aisladas.

CAPACIDAD	INSPECTOR HUMANO	IA DE SES
Apertura	Interpreta la grieta y su naturalidad	Analiza anchura, continuidad, forma y contexto en múltiples vistas
Consistencia	Puede variar entre operarios y turnos	Mantiene el mismo criterio sobre toda la producción
Fatiga	Pierde atención con el tiempo	Opera sin degradación de atención
Defecto sutil	Limitado por velocidad e iluminación	Detecta microdefectos bajo condiciones ópticas controladas
Aprendizaje	Aprende con muestras y experiencia	Aprende nuevas clases y tolerancias con producto del cliente

La diferencia industrial es que esa comprensión se combina con velocidad, trazabilidad y separación automática. Cada fruto se observa, se clasifica, se registra y se dirige a su salida en tiempo real.

3. VER, COMPRENDER Y APRENDER

Tres niveles que convierten la visión de pistacho en una plataforma de decisión.

VER → COMPRENDER → APRENDER

Tres niveles de una plataforma de clasificación visual evolutiva



VER

La cobertura visual es crítica porque la apertura o el defecto puede quedar en la cara oculta. SES utiliza giro, rodillos o una arquitectura multivista para aumentar la superficie observada y reducir puntos ciegos.

COMPRENDER

La IA interpreta la relación entre apertura, tamaño, integridad, color, textura y defecto. La visión clásica complementa con medidas trazables de contorno, calibre, área, color y morfología.

APRENDER

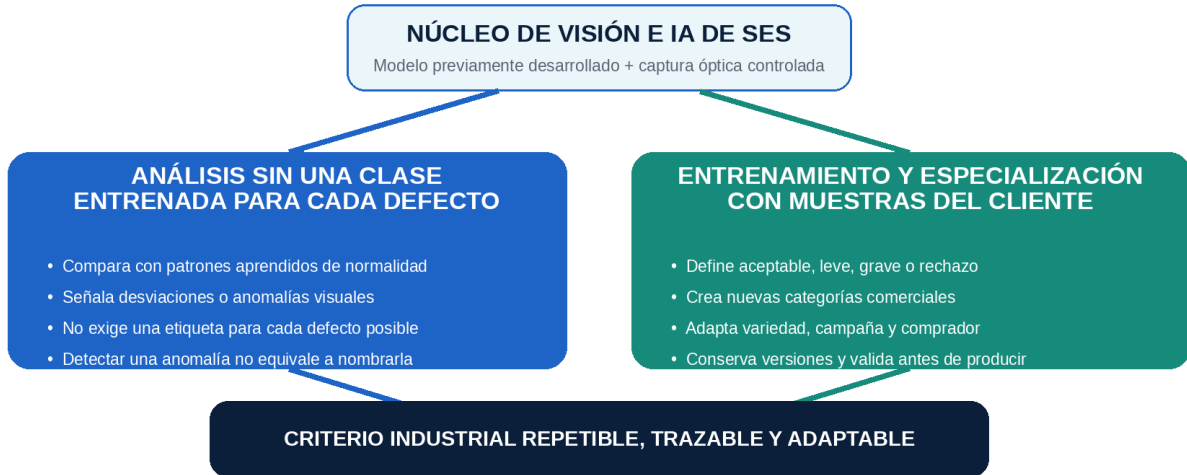
El sistema incorpora nuevos ejemplos de campaña, variedad, defecto o especificación comercial. El conocimiento no queda congelado en la instalación inicial.

4. DOS RUTAS COMPLEMENTARIAS DE APRENDIZAJE

SES puede reconocer una desviación antes de que el cliente haya creado una categoría para ella.

DOS RUTAS COMPLEMENTARIAS DE APRENDIZAJE

Detección abierta de desviaciones + especialización controlada con los criterios del cliente



1. RECONOCIMIENTO SIN ENTRENAMIENTO ESPECÍFICO PARA CADA DEFECTO

SES parte de un modelo base, pero no necesita anticipar y etiquetar por separado todos los defectos que podrían aparecer. La detección de anomalías reconoce que una pieza se aparta del patrón normal, incluso antes de conocer el nombre comercial de esa desviación.

2. ENTRENAMIENTO Y ESPECIALIZACIÓN POR EL CLIENTE

Cuando el cliente decide qué significa esa desviación para su negocio, aporta ejemplos y establece el criterio: aceptable, reproceso, premium, estándar, industrial o rechazo. El modelo aprende la nueva decisión y la aplica con repetibilidad.

EJEMPLO DE CAMPAÑA

Si una cosecha presenta una mancha nueva o una morfología distinta, SES puede detectarla como desviación, agrupar ejemplos y convertirla después en una clase operativa definida por calidad.

5. EL PISTACHO EXIGE UNA DECISIÓN MULTIDIMENSIONAL

Apertura, calibre, calidad visual, defecto y destino comercial se resuelven de forma conjunta.

PISTACHO: UNA DECISIÓN MULTIDIMENSIONAL

SES combina apertura, calibre, calidad visual y defectos en una única decisión industrial.



Figura 1. Taxonomía funcional de clasificación de pistacho en SES.

La plataforma no se limita a la separación abierto/cerrado. Puede combinar cuatro estados de apertura, cuatro rangos de calibre, criterios de color de cáscara y grano, integridad, defectos biológicos, restos vegetales y cuerpos extraños, y asignar una categoría comercial final.



LA DEMOSTRACIÓN DE CAPACIDAD

La dificultad no está en detectar una única característica. Está en resolver señales solapadas y traducirlas a una decisión comercial estable para cada pistacho.

6. POR QUÉ EL PISTACHO REVELA LOS LÍMITES DE UNA IA

Los sistemas simples funcionan con rasgos evidentes; la diferencia aparece en los casos ambiguos.

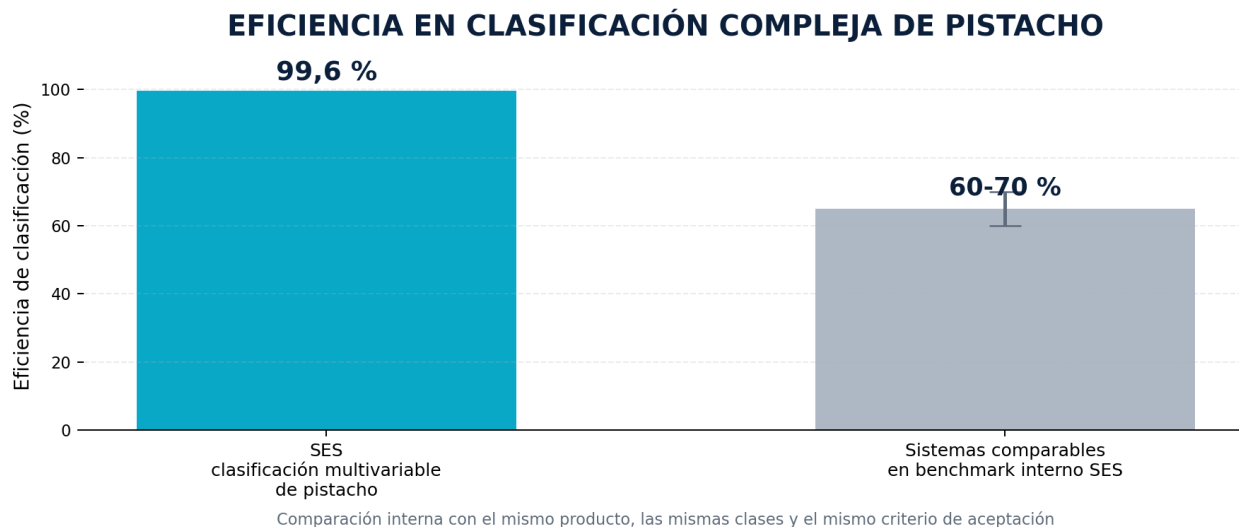


Figura 2. Estados de apertura y su relación con el valor comercial.

RETO	POR QUÉ ES DIFÍCIL	RESPUESTA SES
Grieta oculta	La apertura puede quedar en un ángulo no visible	Cobertura multivista o giro del fruto
Semiabierto	La fisura es mínima y puede confundirse con cerrado	Análisis fino de geometría y continuidad de la apertura
Clases solapadas	Un fruto abierto puede estar manchado, roto o vacío	Fusión de señales y decisión multiclase
Variación natural	Cambian color, forma y tamaño entre variedades y campañas	Aprendizaje con muestras del lote real
Defecto nuevo	Una lista cerrada no contempla todos los casos	Detección de anomalías y posterior especialización

7. LA DIFERENCIA DE EFICIENCIA

Hasta un 99,6 % frente al rango del 60-70 % observado en el benchmark interno comparable de SES.



En el escenario comparativo interno —mismo producto, mismas clases y mismos criterios de aceptación— SES alcanza hasta el 99,6 % de eficiencia. Los sistemas de referencia evaluados para el mismo reto se sitúan alrededor del 60-70 %.

POR QUÉ SE ABRE LA DIFERENCIA

Cuando el problema pasa de separar por color o tamaño a interpretar apertura, severidad, defecto, variedad y destino al mismo tiempo, la calidad de la representación aprendida por la IA se convierte en el factor decisivo.

Nota: el rango 60-70 % corresponde al benchmark interno SES con un protocolo equivalente. No debe confundirse con cifras comerciales publicadas por fabricantes en otros productos o métricas.

8. COMPARACIÓN TECNOLÓGICA CON EL MERCADO

Todos utilizan IA o visión avanzada. SES se diferencia en comprensión, amplitud de criterio y autonomía del cliente.

La comparación se centra en capacidades públicas para pistacho y frutos secos. La presencia de IA no es el elemento diferenciador: lo relevante es qué categorías resuelve, cómo se adapta y qué evidencia existe para un reto multivariable equivalente.

SES	MULTISCAN	TOMRA	BÜHLER	
IA propia híbrida y entrenable	Visión avanzada y SpinSort	IA y sensores multispectrales; LUCAi/AI según modelo	Óptica avanzada y Deep Learning en modelos específicos	Visión óptica; máquina
360° mediante giro o multivista	SpinSort 360°	Dos caras / multiángulo según arquitectura	Depende del sorter y aplicación	360° en deter
Natural, semiabierto, cerrado y mecánico	Open/close publicado	Clasificación y defectos; no se publica la misma taxonomía de apertura	Clasifica in-shell y shelled; defectos y calibres	Soluciones p limitado
Apertura, calibre, cáscara, grano, defectos y destino	Calidad, color, tamaño, forma y open/close	Color, forma, tamaño, composición, FM y defectos	Manchas, insectos, moho, roturas, calibre y FM	Calidad y seg
Sí. Ruta abierta de detección	No localizada evidencia pública equivalente	No localizada evidencia pública equivalente	No localizada evidencia pública equivalente	No localizada
Sí. Nuevas clases, tolerancias y variedades	Configuración de parámetros; autonomía equivalente no publicada	Ajuste/entrenamiento según modelo; autonomía equivalente no publicada	Modelos por aplicación; autonomía equivalente no publicada	Self-learning alcance a con

ETITIVA

de excelentes sistemas ópticos. La ventaja de SES es reunir en una sola plataforma cobertura visual, comprensión multivariable, detección de
ento por el cliente y rendimiento de hasta el 99,6 % en una configuración compleja.

9. QUÉ HACE CADA FABRICANTE Y DÓNDE SE DIFERENCIA SES



Comparación basada en documentación oficial para pistacho y frutos secos.

FABRICANTE	CAPACIDAD PÚBLICA RELEVANTE	DIFERENCIA SES
MULTISCAN	S60SP para pistacho con cáscara: clasificación por calidad exterior, color, tamaño, forma y abierto/cerrado; SpinSort 360°.	SES amplía la decisión a semiabierto, apertura mecánica, color del grano, severidad, defectos y categorías comerciales; además incorpora aprendizaje abierto y entrenamiento del cliente.
TOMRA	Soluciones para pistacho y frutos secos con cámaras, láseres, BSI+, IA y detección de materiales extraños, moho, daños de insecto y manchas.	SES concentra el valor en la taxonomía definida por el cliente y en la posibilidad de crear nuevas clases y tolerancias sin limitarse a un catálogo de defectos predefinido.
BÜHLER SORTEX	Clasifica pistacho con o sin cáscara, crudo o tostado; elimina manchas claras u oscuras, daños de insecto, moho, fruto arrugado, roto, calibres y cuerpos extraños.	SES añade comprensión abierta del criterio comercial y reentrenamiento con muestras del cliente, con una arquitectura orientada a adaptar la inteligencia a la planta.
RAYTEC VISION	Publica soluciones ópticas para pistacho y frutos secos; determinados equipos incorporan 360°, Deep Learning o autoaprendizaje.	SES aporta evidencia propia de rendimiento multiclase, definición abierta de categorías y un flujo completo para convertir anomalías nuevas en decisiones productivas.

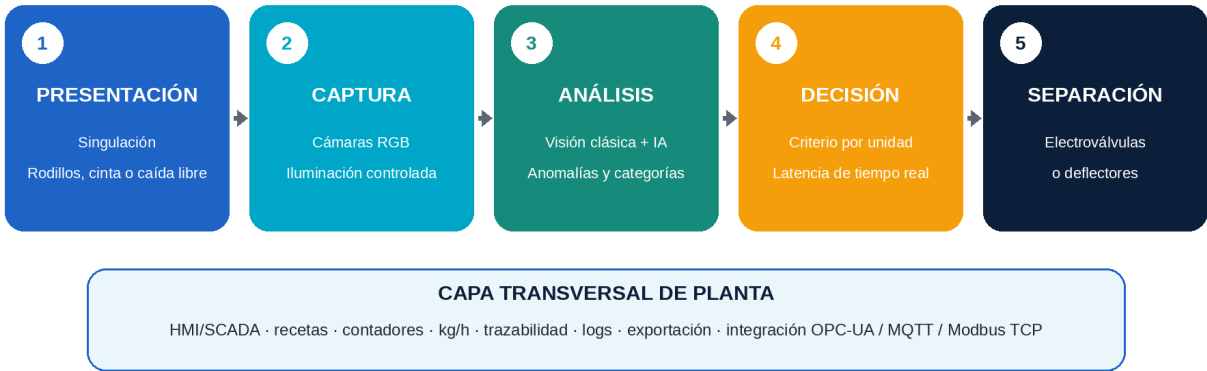
La conclusión no es que otras marcas carezcan de IA. La conclusión es que no se ha localizado una evidencia pública directamente equivalente a la combinación SES de clasificación multivariable, aprendizaje abierto, entrenamiento por el cliente y eficiencia de hasta el 99,6 % bajo un protocolo común.

10. ARQUITECTURA INDUSTRIAL DE SES

La precisión surge de controlar presentación, captura, análisis, seguimiento y expulsión como un único sistema.

ARQUITECTURA FUNCIONAL DE UNA SOLUCIÓN SES

La configuración mecánica puede variar; el flujo de decisión mantiene una lógica común



La IA solo puede decidir bien cuando recibe una imagen estable y asociada a la pieza correcta. SES integra mecánica de presentación, cámaras industriales, iluminación, procesamiento edge, seguimiento individual y actuación neumática o mecánica.

180 fps	50 ms	EDGE	360°
CAPTURA INDUSTRIAL	LATENCIA DOCUMENTADA	DECISIÓN LOCAL	COBERTURA SEGÚN CONFIGURACIÓN
LA CLAVE MECÁNICA Una grieta que no se ve no puede clasificarse. Por eso la cobertura de la superficie y la estabilidad del fruto forman parte de la inteligencia efectiva del sistema.			

11. EL CLIENTE ENSEÑA A LA MÁQUINA

El criterio de calidad permanece en la planta y puede evolucionar con cada campaña.

SES convierte el conocimiento del responsable de calidad en una receta digital. El cliente puede crear una clase, cambiar una tolerancia, incorporar una variedad o separar un nuevo destino comercial mediante muestras reales y un proceso controlado de validación.

1 DEFINIR Qué significa premium, estándar, industrial o rechazo.	2 CAPTURAR Muestras reales de aperturas, calibres, defectos y variedades.
3 ETIQUETAR Asignar clases y severidades con el experto del cliente.	4 APRENDER Entrenar o especializar el modelo.
5 VALIDAR Comprobar con producto no utilizado en el aprendizaje.	6 DESPLEGAR Activar la versión con fecha, receta y trazabilidad.

EJEMPLOS DE CAMBIOS QUE PUEDE APRENDER

- Una variedad con geometría o color diferente.
- Una fisura mínima considerada aceptable por un comprador y rechazo por otro.
- Un defecto emergente de la campaña.
- Una nueva categoría de reproceso.
- Una especificación premium con tolerancia cero a manchas visibles.

RESULTADO

La clasificadora deja de ser una máquina cerrada y se convierte en una capacidad de conocimiento que evoluciona con el negocio.

12. QUÉ PUEDE CLASIFICAR SES EN PISTACHO

Una taxonomía abierta que combina criterios técnicos y categorías comerciales.



Figura 3. Defectos y contaminantes habituales en la clasificación de pistacho.

DIMENSIÓN	CRITERIOS CLASIFICABLES	DECISIÓN POSIBLE
Apertura	Abierto natural, semiabierto, cerrado, abierto mecánicamente	Premium / proceso / industrial
Calibre	Extra grande, grande, medio y pequeño	Precio, presentación y destino
Cáscara	Crema uniforme, manchada, oscura o degradada	Aceptable / reproceso / rechazo
Grano	Verde-amarillo, desigual, oxidado o marrón	Frescura y calidad comercial
Integridad	Entero, fisura menor, roto, partido o vacío	Categoría o descarte
Biológico	Daño de insecto, moho visible, deterioro	Rechazo o control específico
Impurezas	Ruzno, hojas, ramas, tierra, piedras, metal y otros	Limpieza / seguridad / rechazo

CONDICIÓN SENSORICA

Humedad, aflatoxinas o defectos internos no deben atribuirse automáticamente a una cámara RGB. Pueden requerir UV, NIR, multiespectral, rayos X, peso o densidad integrados en la misma lógica de decisión.

13. IMPACTO ECONÓMICO Y OPERATIVO

Menos falso rechazo, más producto premium recuperado y adaptación rápida a cada comprador.

MÁS VALOR RECUPERADO Un pistacho premium no debe perderse por una clasificación imprecisa. Reducir el falso rechazo aumenta el rendimiento comercial.	MENOS VARIABILIDAD El mismo criterio se mantiene entre turnos, campañas y operadores.
MÁS CATEGORÍAS ÚTILES La planta puede separar premium, estándar, industrial, reproceso y rechazo con criterios propios.	MENOS DEPENDENCIA Nuevas variedades o defectos se incorporan mediante entrenamiento, sin convertir cada cambio en una máquina nueva.

CASO DE CÁLCULO ILUSTRATIVO

PLANTA DE 500 T/AÑO

Una reducción del falso rechazo del 1,5 % al 0,8 % evita perder aproximadamente 3,5 toneladas de producto. A 8 €/kg de producto premium, el valor recuperado sería de unos 28.000 € anuales, antes de añadir mejoras de calidad y menor reproceso.

La cifra debe recalcularse con el volumen, el precio y la tasa real de cada planta. La métrica principal es el yield: kg aceptado y correctamente valorizado por kg alimentado.

14. LA VENTAJA DE SES EN PISTACHO

Una inteligencia superior porque comprende, aprende y clasifica exactamente lo que el cliente necesita.

Los principales fabricantes del sector disponen de óptica avanzada e IA. SES se diferencia por la combinación completa que pone a disposición de la planta:

VE TODO EL FRUTO

Reduce puntos ciegos mediante giro o captura multivista.

RECONOCE ANOMALÍAS

Detecta desviaciones aunque todavía no tengan una clase propia.

ALCANZA HASTA 99,6 %

Rendimiento multiclase según configuración y protocolo SES.

COMPRENDE LA APERTURA

Distingue estados y contexto, no solo una línea clara u oscura.

APRENDE DEL CLIENTE

Convierte muestras reales en nuevas categorías y tolerancias.

CONVIERTE CALIDAD EN DATOS

Registra resultados, categorías, recetas y trazabilidad de lote.

LA FRASE QUE RESUME SES

SES no se limita a separar pistachos abiertos y cerrados. Comprende qué está viendo, aprende el criterio del cliente y convierte cada fruto en la categoría comercial correcta.

VER → COMPRENDER → APRENDER → CLASIFICAR