

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA Y DEL MEDI NATURAL



**MEJORA DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LA POBLACIÓN INFANTIL DE  
BURKINA FASO MEDIANTE HUERTOS ESCOLARES Y SECADORES SOLARES.**

TRABAJO FIN DE GRADO EN  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

**ALUMNO:** JAVIER VALERO RELLOSO

**TUTOR:** MARIA LUISA GRAS ROMERO

**COTUTOR:** DANIEL JOSÉ VIDAL BROTONS

*Curso académico 2015/2016*

**VALENCIA, 14 DE ABRIL DE 2015**



## **MEJORA DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LA POBLACIÓN INFANTIL DE BURKINA FASO MEDIANTE HUERTOS ESCOLARES Y SECADORES SOLARES.**

### **Resumen**

El propósito principal del presente TFG es facilitar algunas herramientas para contribuir a la mejora del estado nutricional de la población en las zonas rurales de Burkina Faso. La justificación objetiva del mismo se apoya en cumplir con varios de los Objetivos del Milenio y de los Objetivos del Desarrollo Sostenible, en particular: la lucha por la erradicación de la pobreza y el hambre, la educación de calidad, la igualdad de sexos, el uso de energías renovables, etc.

El objetivo concreto del TFG es elaborar material de apoyo/trabajo para proyectos de Cooperación Internacional en Seguridad Alimentaria, utilizando como herramientas principales huertos escolares y secadores solares, y analizar la viabilidad tanto tecnológica como económica de estas herramientas. Destaca el carácter formativo del uso y aprendizaje de estas herramientas tanto en aspectos de la seguridad alimentaria (mejora del acceso a los alimentos, formación en higiene y salubridad, mejora del aporte nutricional, etc.) como en la adquisición de competencias y habilidades transversales (desarrollo social y trabajo en equipo, planificación, interacción con el medio ambiente) con el objetivo de obtener beneficios a largo plazo en la población de las zonas rurales de Burkina Faso.

Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Programa Mundial de Alimentos (PMA) confirman que los proyectos de ayuda alimentaria en colegios generan consecuencias positivas a largo plazo que pueden ser más beneficiosas incluso que sus efectos nutricionales inmediatos. Por ello, se seleccionó la población infantil como objetivo de este TFG y los huertos escolares como herramienta básica a emplear.

El plan de trabajo incluye una amplia búsqueda de información de las experiencias con huertos escolares, tanto bibliográfica como sobre el terreno, en colegios de Valencia y en Gaoua (región de Poni, al sudoeste de Burkina Faso), con el fin de establecer: cultivos principales en la zona, consejos técnicos del mantenimiento del huerto en colegios, plan de gestión de las tareas derivadas del huerto, uso del huerto como herramienta transversal en la formación de los niños, etc.

La información referente al uso de secadores solares se obtendrá en colaboración con la Association pour la Promotion Feminine à Gaoua (APFG), como parte del programa de becas Meridies (2013-2016) del Centro de Cooperación al Desarrollo (CDD) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), e incluirá: un manual para la construcción y uso de un prototipo de secador solar diseñado en la UPV, así como un estudio de la aceptación por parte de los colegios (profesores y alumnos) del uso de los secadores solares para conservar parte de los productos cultivados y de los excedentes de otros cultivos producidos durante el año. Como parte de la Beca Meridies 2015-2016, se realizarán pruebas de los secadores solares en el terreno, se impartirán talleres de formación en los colegios sobre la fabricación y uso de los secadores, y se recopilará información sobre el uso de los huertos escolares y de los huertos gestionados por asociaciones de mujeres. Además se llevará a cabo un estudio económico de un proyecto de implantación de huertos escolares y secadores solares. Finalmente, también se elaborará material formativo de apoyo para talleres prácticos sobre la implantación de huertos escolares y secadores solares.

**Palabras clave:** Cooperación internacional, Desarrollo social, Mejora nutricional, Gaoua, Burkina Faso, Plan de viabilidad, Huertos escolares, Secado solar

**Autor:** Javier Valero Relloso

**Tutor académico:** María Luisa Romero Gras

**Cotutor:** Daniel José Vidal Brotons

Valencia, junio 2015

## **Abstract**

The main purpose of the present Bachelor Thesis is to facilitate some tools to contribute to the improvement of the nutritional status of the population in the rural areas of Burkina Faso. The Millennium Goals and the Sustainable Development Goals are used to define the topic of the project, in particular: the struggle for the eradication of poverty and hunger, providing quality education, gender equality, the use of renewable energies, etc.

The specific objective of the Bachelor Thesis is developing support/work material for International Cooperation Projects in food security, using as main tools school gardens and solar dryers, and analyzing both technological and economic viability of these tools. It stands out the formative character of these tools not only in food security aspects (improving food access, hygiene and sanitation training, improvement of the nutritional intake, etc.) but also in the acquisition of other transversal competencies and skills (social development, teamwork, planning, interaction with the environment...) with the goal of obtaining long term benefits in the population of the rural areas of Burkina Faso.

United Nations agriculture and food (FAO) and the world food program (WFP) confirmed that Food security projects carried out in schools generate positive consequences in the long term than may be more beneficial than its immediate nutritional effects. Therefore, children was selected as the target group of this Bachelor Thesis and School Gardens as the tool to be used.

The work plan includes an extensive research of information of experiences with school gardens, both bibliographic and on the field, at schools from Valencia (Spain) and Gaoua (Poni region, southwest of Burkina Faso), in order to establish: main crops in the area, technical advice for the maintenance of the school garden, management advice for the tasks arising from the garden, use of the garden as a transversal tool in the children education, etc.

Information concerning the use of solar dryers will be obtained in collaboration with the Association pour la Promotion Féminine à Gaoua (APFG), as part of scholarship Meridies (2013-2016) given by the Development Cooperation Centre (CDD) of the Polytechnic University of Valencia (UPV), and it will include: a manual for the construction and use of a solar dryer prototype designed at the UPV, as well as a study of the acceptance by schools (teachers and students) in the use of solar dryers to preserve part of the cultivated products and surplus crops produced during the year. As part of the scholarship Meridies 2015-2016, tests of the solar dryer was carried out in the field, training and workshops on the construction and use of solar dryers was give, and information about the use of the school gardens and gardens managed by women's associations was gathered. Furthermore, an economic study of the project implementation for both school gardens and solar dryers was prepared. Finally, there were elaborated several training materials and guides on the implementation of school gardens and solar dryers.

**Key words:** International cooperation, Social development, Nutrition improvement, Gaoua, Burkina Faso, Feasibility plan, School gardens, Solar drying

**Author:** Javier Valero Relloso

**Academic tutor:** María Luisa Romero Gras

**Cotutor:** Daniel José Vidal Brotons

Valencia, June 2015

Agradezco a la ONG CIM Burkina por facilitar enormemente el encuentro entre la Universidad Politécnica de Valencia y las escuelas de las zonas rurales de Burkina Faso, por su interés en una escolarización de calidad y por toda la ayuda prestada durante mi estancia en Gaoua.

A Asociación Escuela Sansana por su generosa bienvenida y su predisposición a compartir su experiencia en la Cooperación Internacional en Burkina Faso.

Agradecer a Association pour la Promotion Féminine à Gaoua (APFG) y Association Solidaire de la Femme et l'Enfant au Sahel (ASFES) por permitirme trabajar junto a ellos y descubrir una nueva realidad junto a diversas asociaciones de mujeres y escuelas en Burkina Faso.

Finalmente, este proyecto ha obtenido sus resultados gracias a la supervisión y apoyo de María Luisa Romero Gras, Daniel José Vidal Brotons, así como el resto del personal de la UPV implicados en el proyecto: centro de cooperación al desarrollo, Amparo Sepulcre Cirujeda, Lucila Aragón Carrión, Juan Ángel Saíz Jimenez...sus años de experiencia en Cooperación Internacional concretamente en Burkina Faso han servido de ejemplo, aprendizaje y motivación a la hora de comenzar la estancia en Burkina Faso.

# 1 Contenido

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2     | Antecedentes .....   | 6  |
| 2.1   | Seguridad Alimentaria y los Niños como población de riesgo de desnutrición en Burkina Faso ..... | 7  |
| 2.2   | Huertos escolares: Seguridad Alimentaria y Escolarización en el Sahel.....                       | 8  |
| 2.3   | Secado solar: Conservación de excedentes y productos del huerto .....                            | 9  |
| 3     | Objetivo TFG y plan de trabajo.....  | 10 |
| 3.1   | Objetivo .....   | 10 |
| 3.2   | Plan de trabajo .....  | 10 |
| 4     | Resultados. ....   | 11 |
| 4.1   | Huertos escolares .....  | 11 |
| 4.1.1 | Beneficios de los huertos escolares .....  | 11 |
| 4.1.2 | Material docente Huertos Escolares .....   | 12 |
| 4.2   | Secadores Solares .....  | 13 |
| 4.2.1 | Fundamento del secado solar por aire caliente .....  | 13 |
| 4.2.2 | Beneficios de los secadores en África subsahariana .....   | 14 |
| 4.2.3 | Tipos de Secador Solar .....   | 15 |
| 4.2.4 | Material docente Secador Solar: Prototipos de la UPV.....  | 16 |
| 4.3   | Alimentos deshidratados .....  | 17 |
| 4.4   | Estudio económico y Material Didáctico de los huertos escolares y secadores solares .....        | 18 |
| 4.5   | Evaluación de la aceptación del combinado de huertos escolares y secadores solares .....         | 19 |
| 5     | Anexo .....  | 21 |
| 5.1   | Evaluación del Grado de Aceptación del Proyecto.....   | 21 |
| 5.2   | Guía de Fabricación de Secadores Solares Indirectos .....  | 26 |
| 5.3   | Manual de Uso del Secador Solar Indirecto .....  | 46 |

## 2 Antecedentes

Con la entrada en el nuevo milenio, los líderes mundiales reunidos en las Naciones Unidas (UN) configuraron la perspectiva de futuro en la lucha contra pobreza en sus múltiples dimensiones. Se elaboraron ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) que serían el marco de desarrollo predominante para el mundo en el curso de los últimos 15 años. (UN, 2005)

Grandes avances hacia la consecución de estos Objetivo de Desarrollo del Milenio se han logrado desde entonces: la pobreza mundial sigue disminuyendo; la escolarización en la enseñanza primaria ha alcanzado valores pico; los valores de mortalidad infantil ha menguado significativamente; se han logrado notorias mejoras en el acceso al agua potable... Sin embargo no todos los objetivos previstos para 2015 fueron totalmente alcanzados, y los progresos en muchos de ellos han sido desiguales, sobre todo en el continente Africano. (UN, 2015)

Si bien es cierto que el programa inicial presentado por las Naciones Unidas resultaba ambicioso, los líderes mundiales han mostrado su compromiso a continuar en su lucha por acabar con la pobreza y el hambre en todo el mundo; a combatir las desigualdades dentro de los países y entre ellos; a construir sociedades pacíficas, justas e inclusivas; a proteger los derechos humanos y fomentar la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de las mujeres y las niñas; y a garantizar una protección duradera del planeta y sus recursos naturales. (UN, 2015)

El pasado mes de Agosto 2015 los Estados Miembros de la Organización de las Naciones Unidas presentaron el nuevo documento que recoge los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que forman parte de la nueva Agenda universal con fecha de inicio en Enero de 2016 y fecha de fin en el año 2030. Los ODS están inspirados en los propósitos y principios de la Carta de las Naciones Unidas, fundamentándose en la Declaración Universal de Derechos humanos, los tratados internacionales de derechos humanos, la Declaración del Milenio y el documento final de la Cumbre Mundial 2005. (UN, 2015)

En ambos documentos (ODM y ODS) destacan la importancia de la erradicación de la pobreza y el hambre en todas sus formas y dimensiones, incluida la pobreza extrema, como el mayor desafío a que se enfrenta el mundo y constituye un requisito indispensable para el desarrollo sostenible. Esta lucha por la erradicación del hambre ya fue suscrita en la Cumbre Mundial sobre la Alimentación (CMA) celebrada en Roma en 1996, derivando en el Reto del Hambre Cero lanzado por el Secretariado General de la ONU en 2012 en consonancia con los Objetivos de Desarrollo del Milenio vigentes en aquella fecha.

Las previsiones del Comité sobre Seguridad Alimentaria Mundial son alentadoras e incluso el director general de la FAO afirmó el pasado 12 de Octubre que *el mundo tiene una fecha límite para acabar con el hambre, para lograr la seguridad alimentaria y erradicar la desnutrición en todas sus formas*, señalando que esta podría convertirse en la Generación de Hambre Cero. Por ello, la lucha contra el hambre se sitúa en la actualidad como uno de los objetivos clave en el ámbito de la Cooperación al Desarrollo. (UN, 2015)

## 2.1 Seguridad Alimentaria y los Niños como población de riesgo de desnutrición en Burkina Faso

La región del Sahel puede considerarse una de las regiones más pobres del planeta. Varios de los países que forman esta región están dentro de los últimos veinte en la lista de Informe sobre el Desarrollo Humano. En concreto, los últimos datos de las Naciones Unidas sitúan a Burkina Faso en la posición 181, de un total de 187 países, en cuanto al Índice de Desarrollo Humano (IDH). Este indicador social estadístico está compuesto por tres parámetros: vida larga y saludable, educación y nivel de vida digno. (UN, 2015)

Este resultado está asociados al clima de inestabilidad política, la pobreza aguda y privación de servicios básicos (Salud, Educación, Agua y Saneamiento) del país. Otras consecuencias derivadas de los problemas internos en Burkina Faso son una alta prevalencia de desnutrición (15-24,9%) (WFP, 2015) y el estado de inseguridad alimentaria. (FAO, PMA y FIDA, 2015). Las causas de la inseguridad alimentaria son diversas y multidimensionales, incluyendo desastres causados por el hombre, factores climatológicos y desastres naturales, y otras tensiones.

La FAO considera que existe *seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana.* (UN y FAO, 2011)

En la región del Sahel, y en concreto en Burkina Faso, la inseguridad alimentaria se debe en gran parte a la imposibilidad de acceder a una alimentación variada, y suficiente en cantidad. Los cereales suponen entre el 67 y el 70% de los aportes calóricos en la dieta de la mayor parte de la población, dando lugar a tasas elevadas de estados carenciales.

Dentro de los grupos más vulnerables destacan los menores. La situación es particularmente grave para los niños de entre 6 meses y 5 años, donde el 40% padece malnutrición crónica. Dentro de este grupo el 55% de los fallecimientos están relacionados con la malnutrición. (UNICEF, 2013) El precario estado nutricional infantil se ha agravado en los últimos años, con altos valores de prevalencia media de desnutrición aguda global (GAM) y desnutrición aguda severa (SAM). Además el desarrollo de los niños se ve negativamente afectado por la desnutrición crónica que afecta a casi un tercio de los menores. El programa del Reto de Hambre Cero establece cinco elementos de acción en la lucha contra el hambre, siendo el primero “Cero retraso en el crecimiento en niños y niñas durante la primera infancia”, lo que reafirma la delicada situación de los niños respecto a este problema global. (UN, 2012)

## 2.2 Huertos escolares: Seguridad Alimentaria y Escolarización en el Sahel

Los dos primeros *Objetivos de Desarrollo del Milenio* y principales metas de este TFG son “erradicar la pobreza y el hambre” y “lograr una enseñanza primaria universal”. La nutrición y la educación adecuadas son los dos pilares que permiten conseguir un desarrollo óptimo de los niños y de los que serán sus medios de vida. Sin embargo, en un gran número de países en desarrollo, la educación y la nutrición son privilegios que parecen no poder obtenerse en conjunto, ya que los niños en ocasiones se ven forzados a abandonar las escuelas debido a la falta de recursos de las mismas para proveerles de alimentos al menos una vez al día durante la jornada de clases. Además, incluso en los casos en los que los niños son alimentados en las escuelas, la dieta deficitaria y el retraso del crecimiento derivada de la misma, repercuten significativamente en el rendimiento académico, la atención durante las clases, la capacidad cognitiva de los niños y finalmente en la tasa de abandono. (AUC, NEPAD, ECA Y PMA, 2013)

Invertir en nutrición y educación es clave a la hora de romper el ciclo de pobreza y desnutrición en África, por ello, la FAO promueve cada vez más la introducción de materias que traten aspectos nutricionales implementados a través de un enfoque global en la escuela (FAO, 2015). Este novedoso método de enseñanza transversal incluye a los familiares, personal de centros y las comunidades permitiendo, junto con la adopción de hábitos saludables y mejora en la dieta de los niños en edad escolar, el desarrollo de competencias y habilidades esenciales en la educación de los niños, el aprendizaje de conceptos de conservación del medio ambiente, bienestar social o perfeccionando capacidades como la planificación, resolución de problemas, trabajo en equipo...

En este campo de aplicación destacan los huertos escolares, herramienta clave para lograr las metas propuestas en el ámbito de la Seguridad y Soberanía Alimentaria y la nutrición escolar en los países del Sahel. Los huertos escolares son una iniciativa dentro de los gobiernos escolares, definidas por Unicef como “estrategias curriculares que promueven el desarrollo efectivo social y moral de los estudiantes por medio de actividades vivenciales”. (UNICEF, 2015). A lo largos de los años los programas de gobierno y políticas de cooperación han sido modificadas atendiendo a las prioridades que los huertos escolares tenían en cada contexto pero de forma general se distinguen dos líneas de trabajo en relación a los huertos escolares. Estas dos líneas suelen aparecer vinculadas a las dos zonas geográficas del planeta: hemisferio norte y sur. En la zona Norte, los huertos han destacado por su uso didáctico, introduciéndose en los planes de estudio como fuente de conocimiento en temas ambientales, de sostenibilidad y ciencias. La zona sur, más enfocada a desvincular a la población joven de la ruralización, tiende a centrarse en la capacitación agrícola más profesional, así como en la producción de alimentos para el consumo y venta.

La FAO trata de remarcar que, para un mayor beneficio a largo plazo, los huertos escolares no han de ser planteados como una fuente rápida de alimento e ingresos, sino que han de tener un uso didáctico que a medio y largo plazo supondrá una mejora la calidad de vida y nutrición. (FAO, 2010)

### 2.3 Secado solar: Conservación de excedentes y productos del huerto

En gran parte de los países en vía de desarrollo y, en especial en las regiones del Sahel, el régimen alimentario varía según las estaciones. A grandes rasgos, el ciclo de las estaciones se distribuye en tres fases: la estación de las cosechas (Octubre-Diciembre), estación de abundancia (Enero-Abril) y estación de escasez (Mayo-Septiembre). Este último periodo de escasez es aún más acusado en algunos países como Burkina Faso, debido a la precariedad del suelo, las precipitaciones insuficientes y distribuidas de manera desigual a lo largo del año y de las diferentes regiones...

Los mercados locales de frutas y verduras pueden llegar a sobresaturarse en el período de plena producción (Enero-Abril), provocando la caída de los precios y una gran pérdida de productos excedentes. Esta situación choca con la realidad que se vive en otros meses (Mayo-Septiembre), tras el agotamiento de las reservas de cereales, la producción es tan baja que no es suficiente para suplir la demanda de los consumidores. Además, el periodo de escasez coincide con la temporada de lluvias, lo que dificulta aún más la situación de las familias de las zonas rurales y aumenta el riesgo de aparición de algunas enfermedades como el paludismo. (Savy et al., 2006)

Esta reducción en la disponibilidad de alimentos no solo repercute en la salud y estado nutricional de los habitantes de Burkina Faso, sino también en su economía, pues la mayor parte de población de las zonas rurales del Sahel subsiste con los ingresos generados gracias a la agricultura. Todo esto justifica el interés en buscar una solución que afronte esta heterogeneidad en la producción a lo largo del año, reduciendo los excedentes de la época de cosecha y asegurando unas reservas de alimentos para la estación de escasez.

El uso de la energía solar podría ser de gran ayuda para confrontar la actual coyuntura de inseguridad alimentaria en Burkina Faso, luchando por la erradicación el hambre. El secado solar es la forma de conservación de alimentos más antigua conocida, y continua siendo de gran importancia en zonas áridas y semiáridas por sus condiciones óptimas de temperatura y humedad.

### 3 Objetivo TFG y plan de trabajo

#### 3.1 Objetivo

El propósito principal del presente TFG es facilitar algunas herramientas para contribuir a la mejora del estado nutricional de la población en las zonas rurales de Burkina Faso. La justificación objetiva del mismo se apoya en cumplir con varios de los Objetivos del Milenio y de los Objetivos del Desarrollo Sostenible, en particular: la lucha por la erradicación de la pobreza y el hambre, la educación de calidad, la igualdad de sexos, el uso de energías renovables, etc.

El objetivo concreto del TFG es elaborar material de apoyo/trabajo para proyectos de Cooperación Internacional en Seguridad Alimentaria, utilizando como herramientas principales huertos escolares y secadores solares, y analizar la viabilidad tanto tecnológica como económica de estas herramientas. Destaca el carácter formativo del uso y aprendizaje de estas herramientas tanto en aspectos de la seguridad alimentaria (mejora del acceso a los alimentos, formación en higiene y salubridad, mejora del aporte nutricional, etc.) como en la adquisición de competencias y habilidades transversales (desarrollo social y trabajo en equipo, planificación, interacción con el medio ambiente) con el objetivo de obtener beneficios a largo plazo en la población de las zonas rurales de Burkina Faso.

Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Programa Mundial de Alimentos (PMA) confirman que los proyectos de ayuda alimentaria en colegios generan consecuencias positivas a largo plazo que pueden ser más beneficiosas incluso que sus efectos nutricionales inmediatos. Por ello, se seleccionó la población infantil como objetivo de este TFG y los huertos escolares como herramienta básica a emplear.

#### 3.2 Plan de trabajo

El plan de trabajo incluye una amplia búsqueda de información de las experiencias con huertos escolares, tanto bibliográfica como sobre el terreno, en colegios de Valencia y en Gaoua (región de Poni, al sudoeste de Burkina Faso), con el fin de establecer: cultivos principales en la zona, consejos técnicos del mantenimiento del huerto en colegios, plan de gestión de las tareas derivadas del huerto, uso del huerto como herramienta transversal en la formación de los niños, etc.

La información referente al uso de secadores solares se obtendrá en colaboración con la Association pour la Promotion Feminine à Gaoua (APFG), como parte del programa de becas Meridies (2013-2016) del Centro de Cooperación al Desarrollo (CDD) de la Universidad Politécnica de Valencia, e incluirá: un manual para la construcción y uso de un prototipo de secador solar diseñado en la UPV, así como un estudio de la aceptación por parte de los colegios (profesores y alumnos) del uso de los secadores solares para conservar parte de los productos cultivados y de los excedentes de otros cultivos producidos durante el año. Como parte de la Beca Meridies 2015-2016, se realizarán pruebas de los secadores solares en el terreno, se impartirán talleres de formación en los colegios sobre la fabricación y uso de los secadores, y se recopilará información sobre el uso de los huertos escolares y de los huertos gestionados por asociaciones de mujeres. Además se llevará a cabo un estudio económico de un proyecto de implantación de huertos escolares y secadores solares. Finalmente, también se elaborará material formativo de apoyo para talleres prácticos sobre la implantación de huertos escolares y secadores solares.

## 4 Resultados.

### 4.1 Huertos escolares

#### 4.1.1 Beneficios de los huertos escolares

La forma más extendida de protección social es la alimentación escolar y por ello el uso de huertos escolares supone uno de las estrategias para mejorar la salud pública más efectiva económicamente a largo plazo en los países en desarrollo. Los huertos escolares no son una herramienta efectiva como tal, si no se combinan con una educación multidisciplinar a los niños. La FAO utiliza la cita del filósofo Confucio “Oigo y olvido, veo y recuerdo, hago y comprendo” para remarcar la eficacia del modelo de enseñanza a través de los huertos escolares, donde los niños aprenden de manera práctica los conceptos. (FAO, 2015)

Ya se ha mencionado que, como beneficio secundario y en ocasiones lo que resulta más atractivo a primera vista por las familias de las zonas rurales, los huertos escolares tienen un impacto positivo como Actividad generadora de ingresos (AGI), ofreciendo la posibilidad de obtener productos susceptibles de ser vendidos en el mercado por las familias. (ACF, 2009).

En los casos en los que la inseguridad alimentaria es causada por la falta de acceso económico a los alimentos, las AGI puede ser de gran ayuda. A la hora de promocionar las AGI, es preferible fortalecer actividades locales tradiciones para que el impacto sea más rápido y sostenible, pues la población ha de encontrar la utilidad y motivación en el proyecto para asegurar su continuidad. Al ser la agricultura la actividad predominante en Burkina Faso, los huertos cumplen con este requisito indispensable para asegurar el éxito del proyecto a largo plazo.

Se recomienda implicar a una asociación de mujeres o colectivo de familias en la labor de mantenimiento del huerto escolar. Ya sea una iniciativa del colegio, de la comunidad o como parte de programas internacionales de cooperación, el uso de huertos escolares tiene diversos objetivos o beneficios: (FAO, 2010)

- Incrementa la calidad de la educación gracias al uso de un plan de estudios multidisciplinar que combina conocimientos teóricos, prácticos y técnicas de subsistencia.
- Fomentan una alimentación sana, natural y variada, así como un estilo de vida saludable. La preferencia en el consumo de frutas y verduras aumenta con el uso de huertos escolares.
- Fomenta el estudio de materias básicas como las matemáticas, la biología, la lectura o la escritura a través de actividades vinculadas al huerto escolar.
- Aumenta la variedad de la dieta en las escuelas ayudando a luchar contra la malnutrición, ya sea por consumo directo de los productos cultivados o tras la compra de nuevos alimentos gracias a los beneficios generados con los productos del huerto.
- Prepara profesionalmente a los niños en edad escolar en materia de agricultura, dotándoles de una actitud y conocimientos adecuados sobre agricultura
- Aumenta la interacción entre el ser humano y el medio ambiente, sensibilizando a los niños en temas ambientales y de sostenibilidad del planeta.
- Dota a los niños de competencias de negocio y de una posible fuente de ingresos para las familias de zonas rurales en época de escasez de alimentos.
- Herramienta de desarrollo social que fomenta el trabajo en equipo y la interacción de niños, personal docente y las familias de las comunidades rurales.
- Reduce la tasa de abandono escolar.

#### 4.1.2 Material docente Huertos Escolares

La FAO publicó un documento, de apoyo técnico para las políticas de desarrollo de la agricultura y seguridad alimentaria en zonas rurales de Burkina Faso, en el que recoge los principales cultivos del país ordenados en función de su producción anual. Estos productos son generalmente cultivados a gran escala y por ello no suelen ser incluidos en los planes de huertos escolares:

- Sorgo
- Maíz
- Mijo
- Cacahuete
- Arroz
- Sésamo

Diversos proyectos de Cooperación, en la zona de Burkina Faso, han trabajado durante los últimos años introduciendo huertos escolares en los colegios de las zonas rurales, destacando por su relación con el presente trabajo y la estancia en Burkina Faso a través de la beca Meridies: CIM Burkina y Asociación Escuela Sansana en la provincia de Poni al Sudoeste de Burkina Faso y ASFES en la provincia de Passoré en la región norte.

Se recogieron las experiencias de las asociaciones de mujeres y colegios en un Manual (Anexo) para facilitar la toma de contacto con los huertos escolares en zonas similares de Burkina Faso. El Manual incluye los diferentes cultivos principalmente usados en pequeñas asociaciones y escuelas, cálculo del beneficio obtenido con la venta de los productos, precio aproximado de la preparación y mantenimiento del huerto, consejos para la gestión del mismo, posibles talleres... Además, se incluyen fichas con la información nutricional de cada cultivo así como de las necesidades energéticas para la población infantil en edades comprendidas entre 4 a 17 años.

También se elaboró un sencillo Documento Excel interactivo (Anexo) donde el agricultor, asociación, colegio... introducirá sus datos (tamaño de parcela y nº de parcelas de cultivo) y obtendrá los beneficios por kg de producto en caso de venta de los mismos.



## 4.2 Secadores Solares

### 4.2.1 Fundamento del secado solar por aire caliente

El secado por aire caliente es una operación unitaria por la que el agua que contiene un sólido o una disolución concentrada se transfiere a una masa de aire caliente seco. Durante los procesos de secado se logra una relación de equilibrio aire-agua-alimentos que determinará el contenido final de agua en el producto deshidratado. (Keqing, 2004)

Durante el proceso de secado se producen varios fenómenos de transporte:

- Transporte de energía como consecuencia del gradiente de temperatura entre el alimento y el medio.
- Transporte de calor desde el aire hasta la superficie del producto (conducción, convección y/o radiación)
- Transporte de calor desde la interfase sólido-aire hasta el interior del alimento (conducción)
- Transporte de materia por diferencias en la actividad de agua ( $a_w$ ) entre el alimento y el medio. La actividad de agua ( $a_w$ ) se define como la relación entre la presión de vapor de agua de un alimento respecto a la presión de vapor del agua pura. Destacan como mecanismos de transporte de agua a través de un sólido poroso: difusión de agua líquida, difusión de vapor, movimiento capilar y deformación/relajación.
- Transporte de cantidad de movimiento debido a la turbulencia en el seno del aire.

Los principales factores que afectan a la velocidad de secado son:

- Superficie del producto: en el tratamiento previo del producto suele buscarse minimizar la superficie del producto al máximo, a fin de aumentar el área de transferencia de masa y calor, lo que acelera el proceso.
- Velocidad del aire: una mayor velocidad del aire aumenta los coeficientes globales de transmisión de calor y masa disminuyendo el tiempo de secado. Este factor puede verse limitado por la velocidad de difusión del agua a través del sólido, de modo que aunque aumente la velocidad del aire no reducirá el tiempo necesario para completar el proceso.
- Temperatura: diversos estudios establecen una clara relación entre las mayores temperaturas y los tiempos cortos de secado. Sin embargo, a elevadas temperaturas otros fenómenos, como la aparición de una costra superficial, pueden influir negativamente en el proceso de secado.

#### 4.2.2 Beneficios de los secadores en África subsahariana

El propósito inicial y principal del secado por aire caliente es extender la vida útil y estabilidad de un producto por depresión de su actividad de agua, evitando la contaminación microbiana y frenando las reacciones químicas y enzimáticas que se darían en el producto fresco. Sin embargo, los beneficios que los secadores solares pueden aportar a los países en vía de desarrollo van más allá: (UN, 2006)

- Asegurar una fuente de alimentos para las familias durante todo el año, siendo de especial interés en las épocas de escasez.
- Aumentar la variedad en la dieta, rompiendo con la estacionalidad de algunos alimentos y equilibrando nutricionalmente las dietas de la población de las zonas rurales.
- Minimizar la pérdida de alimentos, aprovechando los excedentes de la época de cosecha.
- Generar trabajo. La elaboración de frutas secas para consumo directo, el uso de verduras deshidratadas en sopas y arroces... suponen una posibilidad de negocio para las familias.
- Reducir el impacto medioambiental de la tala de árboles como fuente energética para cocinar. Además, los métodos tradicionales de obtención de energía para cocinar generan gran cantidad de residuos como CO<sub>2</sub>, CO, nitrógeno, benzeno...
- Reducir los costes en almacenamiento y transporte debido a la merma en peso y volumen del producto final.
- Obtener materias primas aptas para la formulación de nuevos productos.
- Beneficiar la salud física de las mujeres en el Sahel, quienes en ocasiones transportan pesadas pilas de madera o carbón durante largas distancias para abastecerse de combustible en sus cocinas.
- Reducir los gastos en otros combustibles empleados para cocinar.
- Baja necesidad de inversión en los materiales y mantenimiento.

A pesar del gran número de beneficios que la energía solar aporta en las zonas de África subsahariana, existen algunos inconvenientes en este proceso que deben tenerse en cuenta: (Barbosa-Cánovas et al., 1996)

- Heterogeneidad del proceso. Numerosas variables pueden afectar al resultado final, desde el tamaño de corte de los alimentos, hasta las condiciones climatológicas (nubosidad, ráfagas de aire...) o las propiedades fisiológicas del alimento.
- Lentitud del proceso debido a las condiciones climatológicas. El proceso puede llegar a extenderse más de 24 si las condiciones de temperatura, humedad...no son las adecuadas.
- Posibilidad de podredumbre y enmohecimiento a lo largo del periodo de almacenamiento, en caso de no haber alcanzado los niveles de humedad máximos para que el alimento sea estable.
- Contaminación como consecuencia de la exposición al polvo, insectos, pájaros, roedores y otros animales.
- Pérdidas en el valor nutricional y características organolépticas en caso de que el alimento sea expuesto directamente a la radiación solar.
- Exigencias de mano de obra. El secador solar ha de ser protegido en casos de lluvias, fuertes vientos...demás de requerir en ciertos caso de una persona para desplazar el secador solar en la dirección del sol.
- Cambios en las propiedades organolépticas derivados del procesado de los alimentos.

### 4.2.3 Tipos de Secador Solar

El método primario y tradicional de secado consistía en exponer el alimento directamente a la radiación solar distribuido en esteras, piedras, parte superior de las viviendas o sobre cualquier otra superficie disponible y acondicionada para ello. Este sistema presentaba para las familias numerosas ventajas, destacando la baja inversión y exigencia de vigilancia durante el proceso necesaria. Sin embargo, los resultados obtenidos mediante este primitivo método no siempre eran los óptimos, por lo que en los últimos años diferentes métodos de secado solar han sido elaborados con la finalidad de mejorar los resultados obtenidos durante el secado de frutas y verduras en la zona del África subsahariana. Destacan cuatro técnicas de secado solar principales: (UN, 2006)

**-Secado solar abierto o secado solar natural:** el alimento es directamente expuesto al sol sobre una superficie plana, siendo tan solo protegido ligeramente de animales, insectos y condiciones climáticas con mallas o techos transparentes. La absorción de radiación solar aumenta la presión de vapor en la superficie del producto, creando un gradiente de presiones de vapor entre el producto y el aire, lo que acelera el proceso de deshidratación. La calidad del producto final es imposible de prever debido a la heterogeneidad del proceso y al alto riesgo de contaminación de los productos.

**- Secador de Cabina Directo:** los alimentos almacenados en una estructura cerrada de superficie transparente reciben la radiación solar directamente, lo que supone un aprovechamiento mayor de la energía. Este método se sirve del efecto invernadero y la transferencia de calor por convección para deshidratar el alimento. Destaca por su menor tamaño, bajo coste y sencilla tecnología. Solo puede usarse para pequeñas cantidades de producto (al no poder poner las bandejas en columnas, ya que taparían unas a las otras) y la exposición directa del producto a la radiación solar puede repercutir en sus características nutricionales.

**-Secado por convección natural o de Cabina Indirecto:** se emplean estructuras para el secado de alimentos que fomentan la circulación del aire caliente a través del alimento (generalmente distribuido en bandejas o mallas). La radiación solar incide en el colector, donde el aire se calienta y circula por gradiente de densidad hacia la cámara de secado situada a mayor altura. Esta circulación puede deberse por el movimiento natural del aire debido al gradiente de temperatura y densidad (pasivo) o debido a un sistema de flujo externo (activo). Las ventajas de este tipo de secador son un mayor control en el proceso, con resultados más homogéneos, mejor relación producto/volumen del deshidratador, menor sensibilidad a la nubosidad al tener mayor capacidad térmica que el directo y la posibilidad de secado de productos sensibles a la radiación solar directa. Requiere calentar un mayor volumen de aire para obtener el mismo rendimiento y su mayor tamaño supone mayores costes de instalación.

**-Secado por convección forzada:** secadores híbridos: el aporte energético no se obtiene en su totalidad de la radiación solar, sino que se utiliza una fuente energética auxiliar. Cuenta con los beneficios de los secadores previos, pero generalmente su elevado coste los hace inviables en los países en desarrollo.

#### 4.2.4 Material docente Secador Solar: Prototipos de la UPV



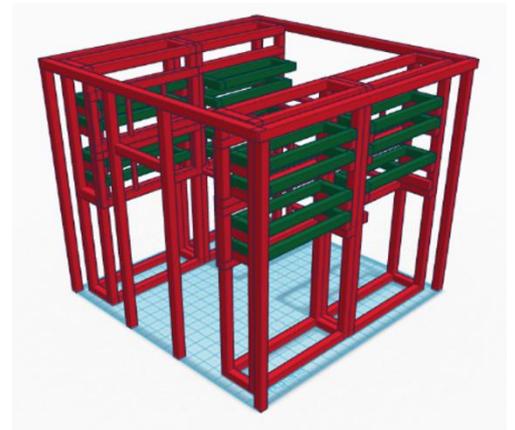
El presente trabajo se centra en el uso de secadores solares por convección natural pasivos (indirectos), debido a sus beneficios frente a los otros tipos y a la baja disposición de recursos económicos en las zonas rurales de los países del Sahel.

Dos prototipos de secador solares fueron evaluados en el proyecto y diseñados junto al profesor Juan Ángel Saiz Jiménez del departamento de Ingeniería eléctrica de la UPV. La elección entre uno de ellos vendrá marcada por las necesidades y recursos disponibles del centro en cada caso. Ambos comparten las ventajas e inconvenientes de los secadores de cabina indirecta.

El prototipo I de secador solar, consisten en el diseño básico de un secador solar por convección natural pasivo, en concreto el prototipo fue creado para su uso como parte del programa de becas Meridies del Centro de Cooperación de la UPV.

Una segunda propuesta o prototipo II, fue diseñada tras el feedback recibido por parte de la asociación de mujeres en Burkina Faso. Este busca obtener unos mayores volúmenes de producto final, en vista a comercializar los productos obtenidos, minimizar las necesidades de mano de obra durante el secado...

Para este Prototipo II se optó por una combinación de diversos tipos de secador ya existentes, usando como base de trabajo los secadores de tipo invernadero (secado directo). Estos secadores generalmente se emplean para secar grandes cantidades de producto por lo que el volumen de aire a calentar es significativamente mayor que en los secadores similares al prototipo I, y por ello en ocasiones para lograr unos tiempos de secado adecuados el invernadero incluye una fuente de energía externa se encarga de mantener el flujo de aire en la cámara (secador híbrido).



Sin embargo, la opción de los secadores de tipo invernadero híbridos no es considerada por falta de recursos económicos y posibles dificultades técnicas en la construcción. Con el fin de aumentar la capacidad del secador sin tener que aumentar significativamente los costes finales, se diseñó el prototipo II que transforma el secador de tipo invernadero (directo o híbrido) en un secador en cabina de tipo indirecto.

El prototipo cuenta con los principales elementos del secador de tipo indirecto: un colector y una cámara de secado. Generalmente el invernadero actúa como colector y cámara de secado al mismo tiempo, pero en este prototipo se incluyen en el interior del invernadero dos cámaras de secado (tipo estantería) protegidas de la exposición directa a la radiación solar mediante plástico negro. El espacio libre del invernadero actúa como colector, aumentando la temperatura del aire que pasará a través de las estanterías secando el producto.

Los detalles y guía de uso sobre ambos prototipos son ampliados en el Anexo utilizado para la promoción de los mismos en las asociaciones de mujeres, colegios...

### 4.3 Alimentos deshidratados

Los productos obtenidos tras un correcto proceso de secado solar, alimentos deshidratados, habrán perdido gran parte de su humedad respecto a su estado inicial. Generalmente, los alimentos frescos con un alto contenido de humedad son catalogados como más perecederos, pero es erróneo vincular el contenido de humedad del alimento directamente con el grado de conservación del mismo. A la hora de prever el grado de conservación que tendrá un alimento deshidratado, no es tan importante conocer la humedad como lo es conocer la actividad de agua o disponibilidad del agua que se encuentra en el alimento. (UNESCO, 2005)

Se establece un valor de actividad de agua  $<0,6$  como óptimo para evitar el crecimiento microbiano en productos deshidratados, correctamente envasado y almacenados bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad. Además, con actividades de agua menores de 0,6 también se inhiben problemas derivados de las reacciones enzimáticas.

Sin embargo, el secado de alimentos no solo afecta al contenido de agua del alimento, sino que también modifica algunas de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los mismos. Destacan las reacciones no enzimáticas, oxidación lipídica o fenómenos estructurales y físicos. Es esencial establecer unas buenas prácticas de trabajo a la hora de emplear los secadores solares con el fin de minimizar las mermas durante el procesado o posterior almacenamiento.

Se elaboró un manual de trabajo para el secador solar en las zonas de Burkina Faso que incluye pautas básicas de higiene, análisis de puntos críticos durante el proceso, descripción del envasado y almacenamiento, sugerencia de recetas y métodos de rehidratación... Además se incluyó dentro del documento Excel previamente mencionado la opción de destinar parte de la producción al secado solar, indicando los costes/beneficios que esto supondría variando los % de consumo/venta de los alimentos deshidratados.

Los productos deshidratados han de hacer frente a diversos problemas a la hora de ser comercializados, destacando la desinformación por parte de los consumidores de los aspectos beneficiosos de los mismos. El consumidor compara el precio del producto deshidratado con el fresco en base a un criterio visual (volumen de producto), lo que puede llevar a confusión al no tener en cuenta que el contenido de materia seca y el aporte nutricional de los productos deshidratados es mayor a igual volumen de producto. Además el desconocimiento del producto y de su forma correcta de empleo son otras de las barreras a las que se enfrentan frente a los productos frescos. Esto requiere un trabajo de comunicación y promoción para desarrollar un mayor consumo y volumen de mercado.

Dentro de los productos cultivados en el huerto, destacan como productos susceptibles de ser deshidratados con el secador solar: berenjena, calabacín, cebolla, pepino y tomate. Dentro de este grupo, tomate y cebollas son los productos que tiene mayor aceptación una vez deshidratados entre la población consultada durante la estancia en Burkina Faso. En el Manual de uso del secador solar se incluyen diferentes recetas donde emplear estos productos deshidratados.

Además se incluye en el documento Excel tres cultivos de frutas que destacan en la zona de Burkina Faso: Mango, Papaya y Plátano. Durante los meses de Abril y Mayo hay grandes excedentes de Mangos, pues estos árboles frutales se encuentran distribuidos de forma natural a lo largo de todo el paisaje. El mango destaca como cultivo principal para el uso de los secadores solares debido a esta excesiva producción durante meses concretos del año, su aceptabilidad como producto deshidratado en los niños...

#### 4.4 Estudio económico y Material Didáctico de los huertos escolares y secadores solares

El presente trabajo tiene entre sus objetivos realizar un estudio de viabilidad y económico del uso de huertos escolares y secadores solares en zonas rurales de Burkina Faso. El objetivo es recopilar la información necesaria como base de un proyecto de Cooperación Internacional en Seguridad Alimentaria. Los datos han sido obtenidos a través de diversos huertos escolares en Valencia (Salesianos, Guardería Ituitu...) y Burkina Faso (Hello, Gaoua, DjinDjinlin, Arbolé...)

Queda fuera del mismo la información relativa a las técnicas de preparación del suelo, selección de cultivos, diseño del huerto...que aparece recogida en el documento de la FAO "Setting up and running a school garden". (FAO, 2005)

El uso de huertos escolares y secadores solares tiene como objetivo causar un impacto positivo a medio y largo plazo y por ello se elaboró un bloque de documentos o material didáctico para los educadores, niños, familias...con el fin de disponer de diversos recursos sencillos de consulta a la hora de iniciar un proyecto que busque implantar cualquiera de estas herramientas.

El material elaborado incluye:

##### **Manuales:**

- Presentación y Fabricación de los secadores solares indirectos
- Protocolo de trabajo con los secadores solares y alimentos deshidratados
- Guía para el huerto escolar con las principales variedades cultivables, calendario de siembra y recolección, consejos para la gestión del huerto...

##### **Estudio económico**

- Precio de construcción y mantenimiento de los huertos escolares
- Precio de fabricación de los secadores solares: Prototipos I y II
- Variedades cultivables en el huerto y precio de venta
- Variedades susceptibles de ser deshidratadas y precio de venta

##### **Material didáctico:**

- Introducción básica a la nutrición: información nutricional de los productos del huerto escolares y otros principales cultivos, tablas de necesidades energéticas para los niños en edad escolar...
- Introducción al secado solar / fundamentos básicos
- Recetas/ejemplos de uso de los productos deshidratados
- Talleres Huerto: goteo solar, Taller compost...

#### 4.5 Evaluación de la aceptación del combinado de huertos escolares y secadores solares



Durante la estancia en Burkina Faso se realizaron pequeñas formaciones en los centros escolares con el fin de evaluar el grado de aceptación y prever el posible éxito o fracaso de un proyecto de Cooperación Internacional en Seguridad Alimentaria que combine el uso de huertos escolares y secadores solares.



El objetivo de las formaciones era evaluar el grado de aceptación de los estudiantes y personal de los centros. Uno de los principales problemas a la hora de realizar un proyecto de Cooperación Internacional es la continuidad del mismo una vez la ONG, asociación... abandona la zona de trabajo, por ellos es de vital importancia asegurar la disponibilidad de personal del centro para encargarse del mantenimiento del proyecto.



La evaluación obtuvo resultados muy positivos. El grado de interés y motivación de los mismos era muy alto, así como la disponibilidad de los mismos de llevar a cabo las tareas de mantenimiento del huerto escolar y secadores solares. El horario de las clases facilita que siempre haya alguna persona en el centro desde las 7:30 hasta las 17:30.

Los detalles sobre la formación y evaluación del grado de aceptabilidad se recogen en el Anexo.

## Bibliografía

- ACF, 2009. *Actividades Generadoras de Ingresos: un concepto clave para una seguridad alimentaria sostenible*, s.l.: s.n.
- AUC, NEPAD, ECA Y PMA, 2013. *El Costo del Hambre en África*, s.l.: s.n.
- Barbosa-Cánovas et al., 1996. *Dehydration of Foods*. [En línea].
- FAO, IFAD y WFP, 2015. *The State of Food Insecurity in the World 2015. Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock*, s.l.: s.n.
- FAO, PMA y FIDA, 2015. *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015. Cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre*, s.l.: s.n.
- FAO, 2010. *A new deal for School Gardens*, s.l.: s.n.
- FAO, 2015. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La protección social y la agricultura: romper el ciclo de la pobreza rural*, s.l.: s.n.
- FAO, 2015. *School Food and Nutrition*, s.l.: s.n.
- [http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015\\_spanish.pdf](http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015_spanish.pdf), s.f. [En línea].
- Keqing, X., 2004. *Optimización del secador por aire caliente de pera*, Valencia: s.n.
- Savy et al., 2006. Dietary Diversity Scores and Nutritional Status of Women Change during the Seasonal Food Shortage in Rural Burkina Faso. *The Journal of Nutrition*.
- UN y FAO, 2011. *La Seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones*, s.l.: s.n.
- UN, 2005. *UN Millennium Project 2005. Investing in Development: A Practical Plan to Achieve the Millennium Development Goals. Overview*. s.l.: Communications Development Inc., Washington, D.C.
- UN, 2006. *Producing solar dried fruit and vegetables for micro-and smallscale rural enterprise development: Assessing opportunities for a fruit drying business*, s.l.: s.n.
- UN, 2012. *El Reto del Hambre Cero*, s.l.: s.n.
- UN, 2015. <http://www.nu.org.bo/objetivos-de-desarrollo-sostenible-ods/>. [En línea].
- UN, 2015. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>. [En línea].
- UN, 2015. *Informe sobre Desarrollo Humano 2015*, s.l.: s.n.
- UN, 2015. *Proyecto de documento final de la cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la agenda para el desarrollo después de 2015*, s.l.: s.n.
- UN, 2015. *Proyecto de documento final de la cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la agenda para el desarrollo después del 2015*, s.l.: s.n.
- UNESCO, 2005. *Guía de uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*, s.l.: s.n.
- UNICEF, 2013. *Improving Child Nutrition: The achievable imperative for global progress*, s.l.: s.n.
- UNICEF, 2015. *Gobierno escolar*, s.l.: s.n.

## 5 Anexo

### 5.1 Evaluación del Grado de Aceptación del Proyecto

# Evaluación del Grado de Aceptación del Proyecto en los colegios de Burkina Faso

Universidad Politécnica de Valencia

Javier Valero Relloso <sup>1</sup>



- Las formaciones fueron realizadas en colegios y asociaciones que ya contaban actualmente con huertos escolares, con el fin de evaluar el uso combinado de este con el Secador Solar Indirecto.



- Para asegurar el éxito de un proyecto de Cooperación Internacional a largo plazo es necesario fijar el personal que quedará encargado de la continuidad del uso y mantenimientos de las herramientas empleadas (en este caso huerto escolar y secador solar indirecto).

2



#### Secado Solar

- Se realizaron diversas formaciones en secado solar incluyendo
  - Introducción al secado solar y los diferentes tipos de secador solar
  - Explicación detallada de la fabricación del Secador Solar Indirecto
  - Curso sobre de la Utilización del Secador Solar Indirecto



3



- La formación inicialmente planteada para los profesores también incluyó a los becarios del centro y algunos alumnos que se unieron a las explicaciones
- En total alrededor de 20 adultos asistieron a las formaciones

4



- Se desplazó un prototipo de Secador Solar Indirecto a los colegios con el final de realizar la formación práctica.
- El interés despertado en los alumnos y profesores fue evaluado como muy alto.



- La formación práctica se realizó con la participación directa del personal de los colegios.
- Tras la formación se realizaron cuestiones a los asistentes, tanto sobre la formación teórica como la formación práctica.



- Los estudiantes se mostraron receptivos en las formaciones y dispuestos a plantear cuestiones sobre el uso del Secador Solar.



7

La misma formación se realizó en las asociaciones de mujeres



8

Uso en las asociaciones de Mujeres



9

## Evaluación de resultados: Secado Solar

- El grado de aceptabilidad tanto en los colegios como en las asociaciones de mujeres fue positivo, pero diferencias significativas fueron observadas
  - Las asociaciones de mujeres realizan numerosas tareas de formación, sensibilización y difusión de los derechos de las mujeres, elaboración y venta de productos...lo que puede derivar en una menor disponibilidad de tiempo y motivación a la hora de utilizar una herramienta como el secador solar. Sin embargo los colegios cuentan con personal docente durante todo el día que podría fácilmente quedar encargado de montar y recoger el secador al inicio y fin de las clases (7:30 y 17:30) coincidiendo con las horas de mayor sol del día.
  - La población objetivo del proyecto son los niños, lo que hace que los colegios tengan una relación más cercana con el mismo y su grado de interés sea significativamente más elevado. Los productos podrán almacenarse durante el periodo de escasez y repartirse entre los alumnos para mejorar la variedad en su dieta.

10



- Se aprovechó la presencia de huertos escolares en los centros para realizar una pequeña formación y evaluar en que medida podría utilizarse el huerto escolar como herramienta de aprendizaje.
- De nuevo los resultados para los centros escolares fueron significativamente mejores de los esperado, tanto por parte del personal docente como por parte de los alumnos.



- Se realizó un pequeño taller « Mi huerto escolar » donde cada niño debía traer algún objeto reciclado y emplearlo como maceta en un pequeño huerto para la clase.
- La formación busca concienciar sobre el gran problema de contaminación en las calles de Burkina Faso (envases y embalajes principalmente), acercar a los alumnos a las tareas de mantenimiento del huerto, introducir pequeñas nociones de nutrición...

11



Se elaboraron como ejemplo diferentes macetas a partir de botellas de plástico recicladas

Se repartieron semillas de lechuga y tomate con el fin de continuar con las formaciones derivadas del huerto durante las diferentes etapas de crecimiento del cultivo



## Evaluación de Resultados: Secado Solar + Huerto

- Los colegios destacaron tanto en interés, motivación, disponibilidad de tiempo y personal... de forma satisfactoria lo que confirmó la viabilidad del proyecto de Cooperación Internacional en Seguridad Alimentaria en las zonas rurales de Burkina Faso
- Las asociaciones de mujeres y asociaciones de padres mostraron más interés por el uso de los huertos escolares por lo que también podrían vincularse a esa otra parte del proyecto.
- Sin embargo, como los colegios (personal docente y alumnos) destacaron en el uso de ambas herramientas, no parece necesaria la ayuda de asociaciones externas (mujeres o padres) para el éxito del Proyecto a largo plazo, sino que estos podrían operar de forma independiente y obtener resultados satisfactorios.

# Fabrication des séchoirs solaires indirectes

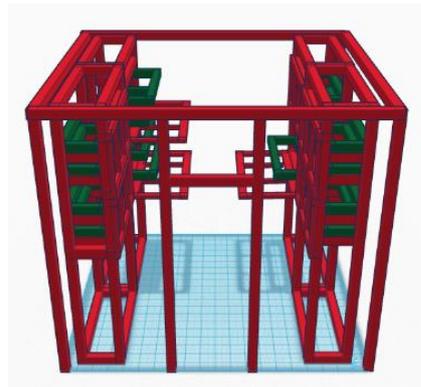
Prototypes séchoirs solaires indirectes

Universidad Politécnica de Valencia  
Javier Valero Relloso

1

Séchoir I: Équipe domestique

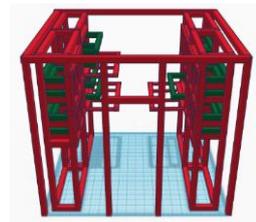
• Séchoir II: Grande échelle



2

|   | Séchoir I: Équipe domestique        | Séchoir II: Grande échelle  |
|---|-------------------------------------|---|
| Capacité (kg)   | 3-4 kg                              | 25-30 kg  |
| Temps nécessaire pour préchauffage                      | -                                   | +   |
| Temps du procès   | -/+                                 | ++  |
| Surveillance  | Orienter vers le soleil chaque heur | À la fin du procès où chaque 4 heures pour changes la position des claies |
| Coût  | - (60000 CFA)                       | + (335000 CFA)  |
| Surface nécessaire                                      | + (90 cm *180 cm)                   | ++ (200 cm * 200cm)   |
| Risques de contamination: poussière, sable, insectes... | -                                   | --  |
| Utilité   | Production domestique               | Production pour la vente de produit                                       |

- Valeur faible + Valeur haute



3

SÈCHOIR I

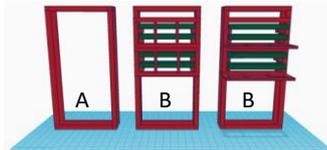
# Équipe domestique



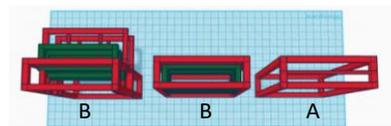
4

ÉLÉMENTS DU SÈCHOIR I

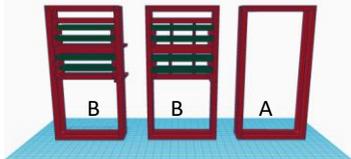
Vue de face



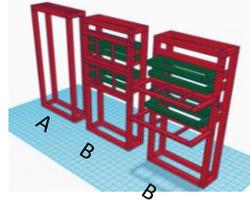
Vue de dessus



Vue de arrière



Vue de coté



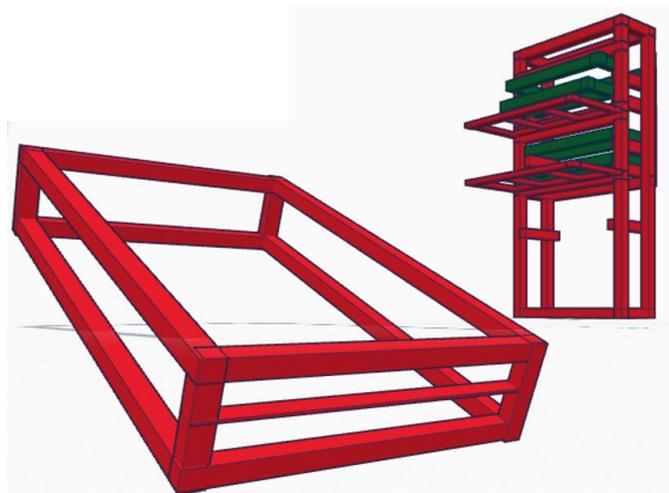
A) Collecteur

B) Armoire de Séchage (Marron) et Claies de séchage (vert)

5

SÈCHOIR I

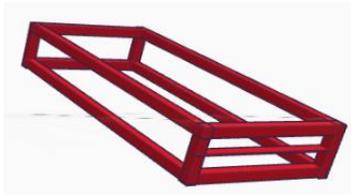
# Collecteur



6

## SÈCHOIR I

### Définition et caractéristiques du Collecteur



• Dispositif qui capture le énergie solaire transmise par le rayonnement solaire, le convert en chaleur et rends cette chaleur utilisable (en la communiquant à un fluide caloporteur)

• Structure en bois

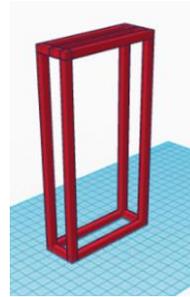
• Couverte en plastique polyéthylène noir pour maximiser l'utilisation de l'énergie solaire:

- Latérales.
- Surface inférieur.

• Couverte en plastique PVC flexible transparent:

- Surface supérieur.

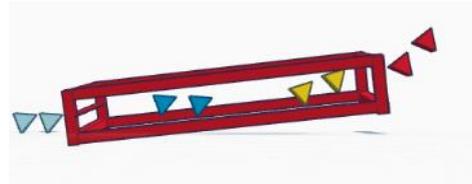
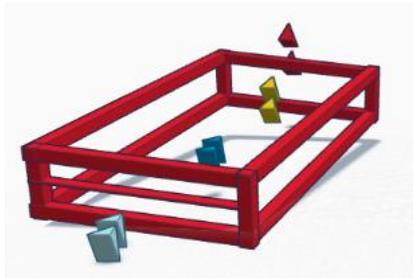
• Optionnel: Inclure matérielles qui retiennent la chaleur au collecteur (carbone) <sup>7</sup>



## SÈCHOIR I

Deux ouvertures:

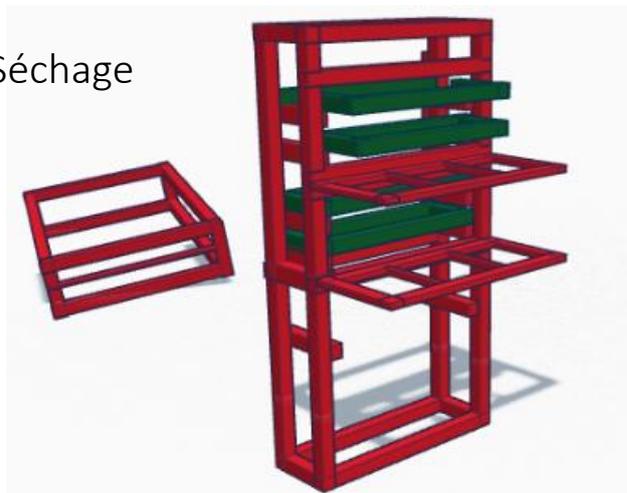
- Inferieur: entrée de l'air a température d'ambiance.
- Supérieur: sortie de l'air chaud du Collecteur, et entrée a l'Armoire de Séchage. Scellé avec ruban adhésif (après l'union avec l'Armoire de Séchage) pour éviter fuites d'air.



8

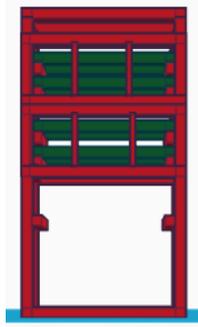
## SÈCHOIR I

### Armoire de Séchage



10

## Caractéristiques de l'Armoire de Séchage

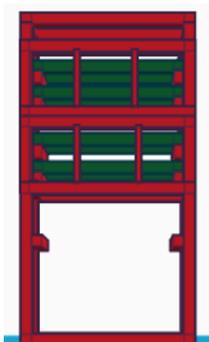


- Chambre isolé qui protège les aliments de la radiation direct du soleil, mais permet le flux d'air à travers des claies.
- Constituit par une structure verticale
  - Entrée de l'air à la partie inférieur
  - Sortie d'air à la partie supérieur
  - Soutiens pour les claies aux latéraux
  - Soutiens (optionnels) pour le Collecteur aux latéraux (partie inférieur)
- Structure en bois
- Couverte en plastique polyéthylène noir:
  - Latérales
  - Surface de devant
- Couverte en plastique PVC flexible transparent:
  - Surface d'arrière

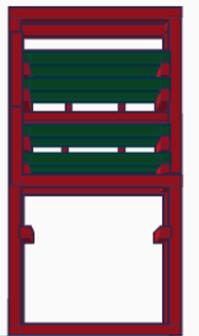


11

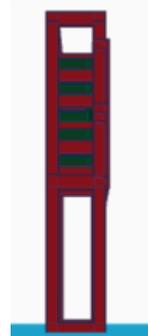
## Armoire de Séchage



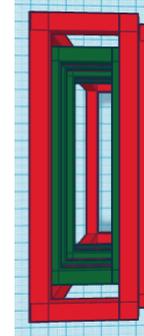
Vue de face



Vue de arrière



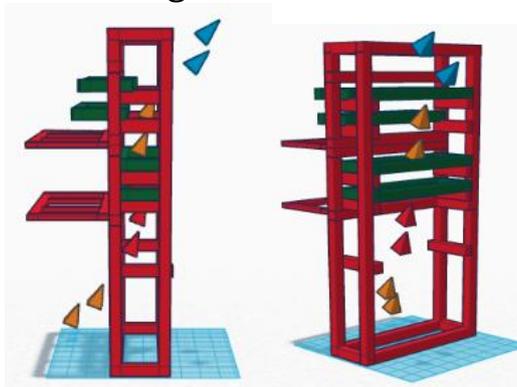
Vue de côté



Vue de dessus

12

## Flux d'air à l'intérieur de l'Armoire de Séchage

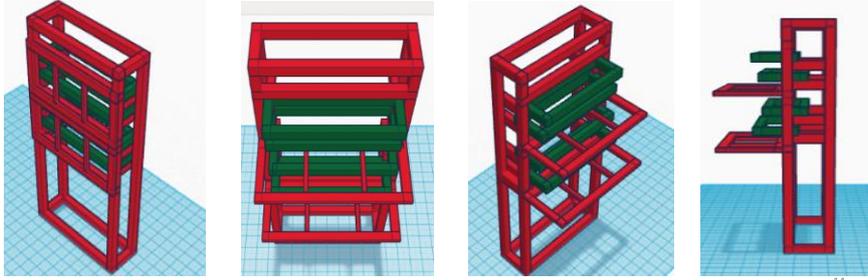


- L'air chaud laisse le Collecteur, entre à la base d l'Armoire de Séchage et monte à travers les claies à cause de différences de densité.
- Il y a un échange de mase et énergie entre l'air chaud et les aliments.
- L'air abandonne l'Armoire de Séchage à travers d'une ouverture au plastique protecteur (couvert avec un grillage) pour éviter processus de condensation e gouttes à l'intérieur de l'Armoire de Séchage.

13

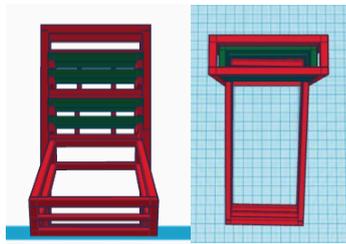
### SÉCHOIR I

- Pour minimiser les fuités d'air l'Armoire de Séchage doit être isolé. Cependant on a besoin des portes pour introduire les claies avec les aliments à sécher.
- Le plastique de couverture des portes sera transparent à fin de contrôler le processus. Le reste de couverture de l'Armoire de Séchage sera noir, donc le soleil ne frappera pas directement sur les aliments, et le risques de perdre des vitamines, component nutritifs, couleur...son diminuées
- Le matériel des claies est un grillage rigide qui soutien les aliments et permet le flux d'air procédent du collecteur



14

### SÉCHOIR I



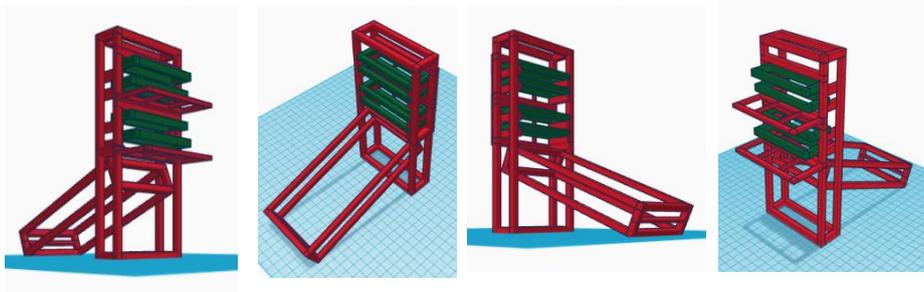
- Le ensemble du Collecteur et l'Armoire de séchage constituent le séchoir.
- Le Collecteur à Burkina Faso aura une inclinaison de 5-10°, à fin de recueillir une quantité haute de radiation solaire pendant la journée. L'inclinaison du collecteur dépend de la localisation respect à l'Equateur (latitude).

- L'Armoire de Séchage et Le Collecteur incluent des trous au latéral pour assure l'union des éléments avec des traverses.
- L'union du Collecteur et l'Armoire de Séchage doit être isolé avec du ruban adhésif. L'Armoire de Séchage doit inclure de plastique extra aux extrêmes inferieures pour faciliter le scellage.



### SÉCHOIR I

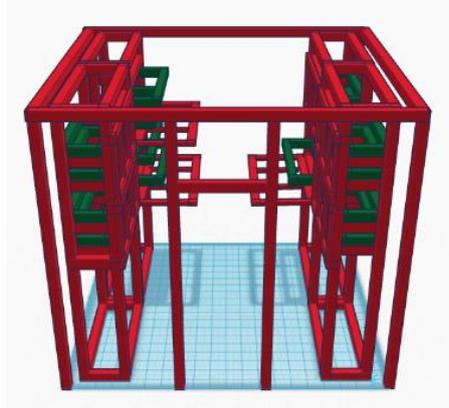
- Pour maximiser le séchage, le séchoir doit être orienté vers le soleil chaque heure. Comme ça:
  - Le Collecteur reçoit la quantité maximale de radiation solaire
  - Les aliments sont protégés de l'exposition directe au soleil
- Des roues peuvent être incluses pour faciliter le déplacement



16

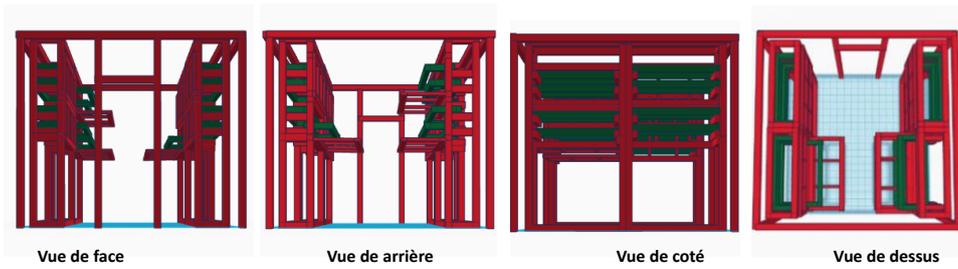
SÉCHOIR II

Grande échelle



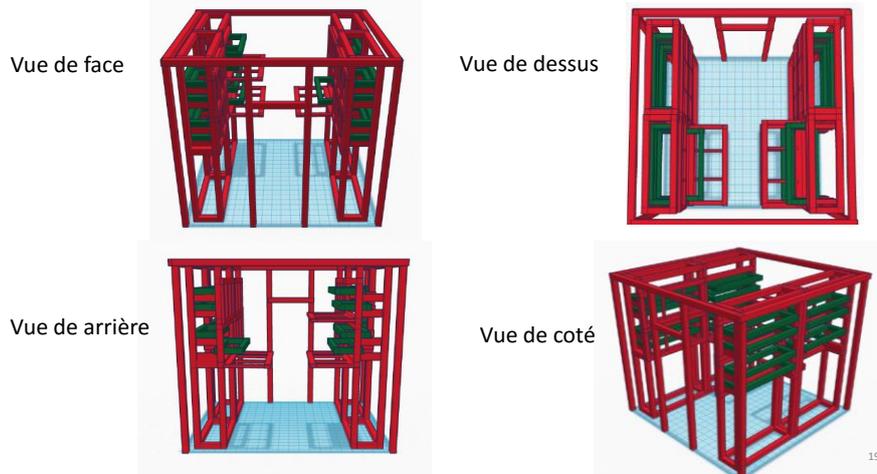
17

SÉCHOIR II



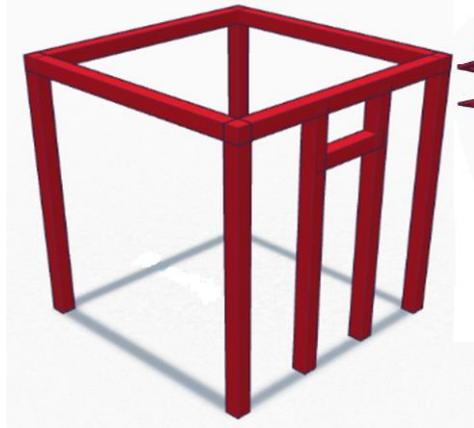
18

ÉLÉMENTS DU SÉCHOIR I



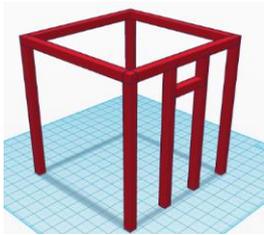
19

## Collecteur



20

## Collecteur

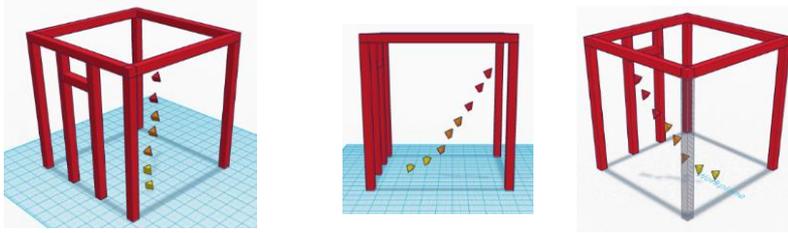


- Structure en bois
- Couverte en plastique polyéthylène noir:
  - Latérales. (optionnel).
  - Surface supérieur. (optionnel)
  - Sol.
- Couverte en plastique transparent:
  - Latérales. (optionnel)
  - Surface supérieur. (optionnel)
  - Porte.



21

- Le séchoir à grande échelle n'a pas nécessairement besoin d'un flux d'air entre le Collecteur et l'extérieur. (similaire au « séchage direct »)
- Le flux d'air entre l'intérieur de la structure du Collecteur et l'Armoire de Séchage est suffisant pour sécher les aliments (l'humidité et température dans le séchoir doivent être contrôlés afin d'éviter problèmes de condensation en gouttes, surchauffé des aliments...)
- Cependant, il est conseillé d'installer une ouverture (isolable) pour rénover l'air en cas de une humidité ou température élevée



22

### SÉCHOIR II

Différent possibilités de couverture en plastique du Collecteur

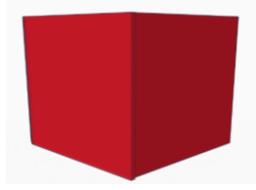
Vue de face



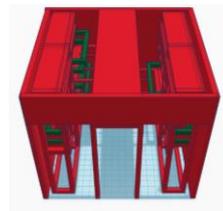
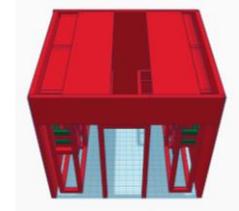
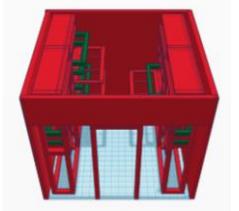
Vue de coté



Vue de arrière



Vue de dessus



23

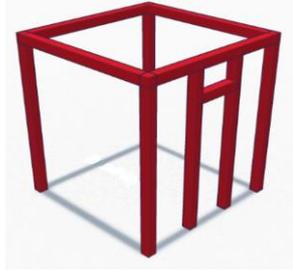
### SÉCHOIR II



24

SÉCHOIR II

## Armoire de Séchage



25

SÉCHOIR II

## Caractéristiques de l'Armoire de Séchage

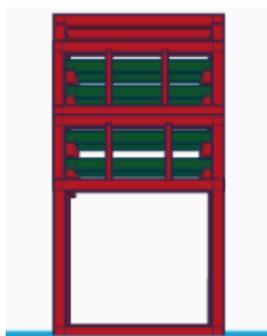
- Constituit par la même structure verticale du séchoir I
  - Entrée de l'air à la partie inférieure
  - Sortie d'air à la partie supérieure
  - Soutiens pour les claies aux latéraux
- Structure en bois
- Couverte en plastique polyéthylène noir
  - Latérales
  - Surface de devant
- Couverte en plastique PVC flexible transparent:
  - Surface d'arrière



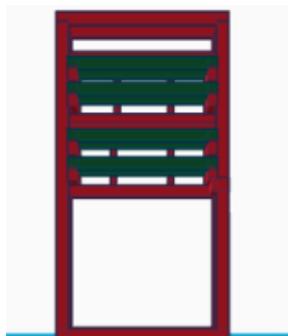
26

SÉCHOIR II

## Armoire de Séchage



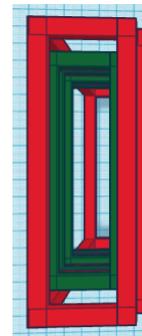
Vue de face



Vue de arrière



Vue de coté

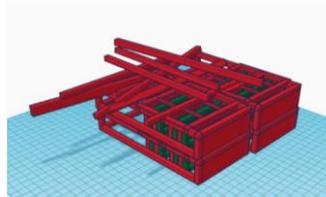
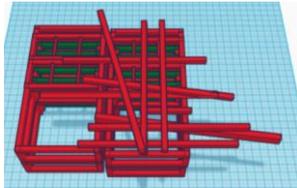
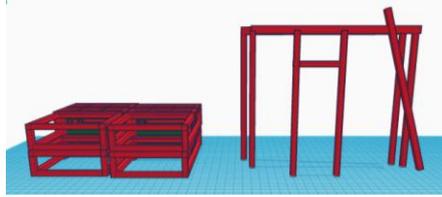
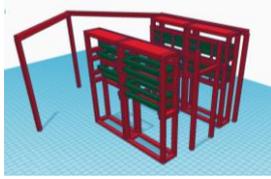


Vue de dessus

27

**SÉCHOIR II**

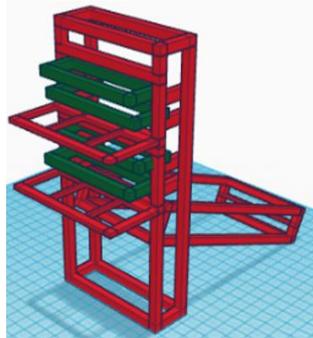
- Détachable pendant l'époque de pluies



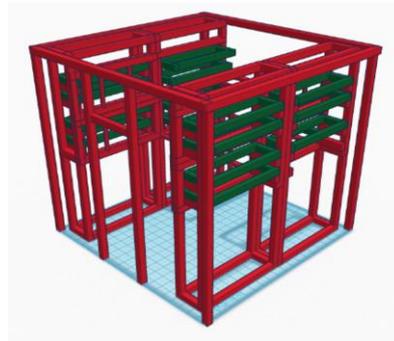
28

**Dessins de fabrication**

Séchoir I: Équipe domestique



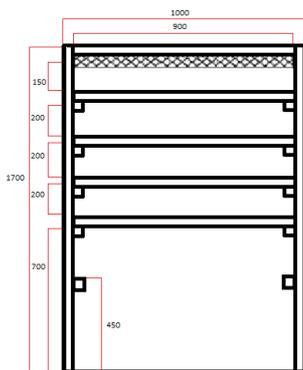
• Séchoir II: Grande échelle



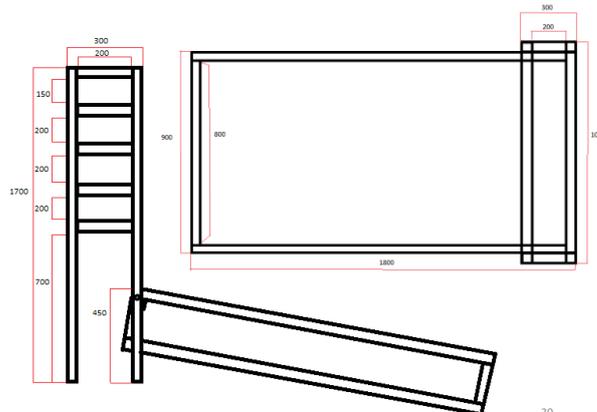
29

**SÉCHOIR I**

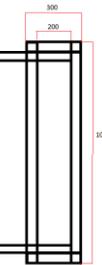
Vue de face



Vue de coté



Vue de dessus



30

SÈCHOIR I

## Dimensions des lattes nécessaires

| Dimensions des lattes (à bois) de l'Armoire et le Collecteur |          |         |
|--|----------|---------|
| Nombre   | Longueur | Largeur |
| 4  | 1,7 m    | 5 cm    |
| 4  | 0,2 m    | 5 cm    |
| 4  | 1,8 m    | 5 cm    |
| 8  | 0,8 m    | 5cm     |

| Dimensions des lattes (à bois) des portes |          |         |
|---|----------|---------|
| Nombre                                    | Longueur | Largeur |
| 4   | 1,7 m    | 5 cm    |
| 8   | 0,3 m    | 5cm     |

| Dimensions des lattes (à bois) des supports des claires et Collecteur |          |         |
|---|----------|---------|
| Nombre  | Longueur | Largeur |
| 10  | 0,3 m    | 5cm     |

| Dimensions des lattes (à bois) des claires |          |         |
|--|----------|---------|
| Nombre                                     | Longueur | Largeur |
| 8  | 0,9 m    | 5 cm    |
| 8  | 0,3 m    | 5 cm    |

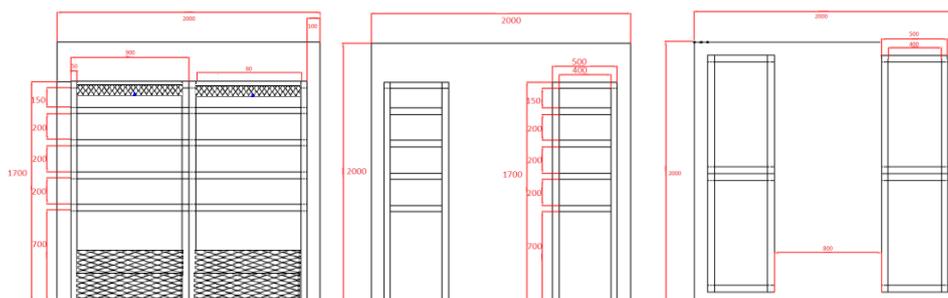
31

SÈCHOIR II

Vue de face

Vue de coté

Vue de dessus



32

SÈCHOIR II

## Dimensions des lattes nécessaires

| Dimensions des lattes (à bois) de l'Armoire et le Collecteur |          |         |
|--|----------|---------|
| Nombre   | Longueur | Largeur |
| 8  | 2 m      | 5 cm    |
| 16   | 0,4 m    | 5 cm    |
| 16   | 1,7 m    | 5 cm    |
| 16   | 0,8 m    | 5cm     |

| Dimensions des lattes (à bois) des portes |          |         |
|---|----------|---------|
| Nombre                                    | Longueur | Largeur |
| 16  | 1,7 m    | 5 cm    |
| 32  | 0,3 m    | 5cm     |

| Dimensions des lattes (à bois) des supports des claires et Collecteur |          |         |
|---|----------|---------|
| Nombre  | Longueur | Largeur |
| 40  | 0,4 m    | 5cm     |

| Dimensions des lattes (à bois) des claires |          |         |
|--|----------|---------|
| Nombre                                     | Longueur | Largeur |
| 32   | 0,9 m    | 5 cm    |
| 32   | 0,3 m    | 5 cm    |

33

## Prix des Séchoirs:

| Prototype I  | Prix CFA    | Prix Euros |
|--------------|-------------|------------|
| Matériels    | 40000-45000 | 60-70      |
| Main d'œuvre | 15000-20000 | 20-30      |
| Coût final   | 60000       | 90         |

| Prototype II | Prix CFA      | Prix Euros |
|--------------|---------------|------------|
| Matériels    | 300000-337500 | 450-500    |
| Main d'œuvre | 60000-80000   | 100-150    |
| Coût final   | 335000        | 600        |

34

## Images Collecteur Prototype I



35

## Images Armoire de Séchage Prototype I



36

## Couvertures



37

Couvertures: plastique polyéthylène noir et plastique PVC flexible transparent



38

Utiliser Ruban Adhésif et Agrafes



39

## Images Collecteur Prototype I



40

## Images Collecteur Prototype I



41

## Images Armoire de Séchage Prototype I



42

## Images Armoire de Séchage Prototype I



43

## Sortie air Armoire Séchage



44

## Union des deux éléments du séchoir: traverses et ruban adhésif



45

## Union des deux éléments du séchoir: traverses



2

## Union des deux éléments du séchoir: traverses



3

## Union des deux éléments du séchoir: Ruban Adhésif



4

Union des deux éléments du séchoir: Ruban Adhésif



5

Union des deux éléments du séchoir: Ruban Adhésif



6

Union des deux éléments du séchoir: Ruban Adhésif



7

## Union des deux éléments du séchoir: Ruban Adhésif



8

## Union des deux éléments du séchoir



9

## Claies



10

## Claies



11

## Système ouverture magnétique pour les claies du séchoir



12

## Système ouverture pour les claies du séchoir



13

# Appuies: claies et collecteur



14



## 5.3 Manual de Uso del Secador Solar Indirecto



### Méthode de travail du Séchage Solaire Indirect

Universidad Politécnica de Valencia  
Javier Valero Relloso 1

### Séchage solaire

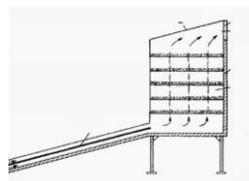
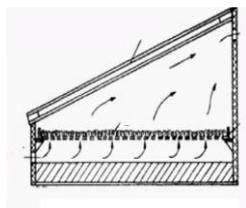


- Le séchage solaire est utilisé depuis plusieurs années dans les pays du Sahel
- Le méthode traditionnelle de séchage consiste à sécher le produit dans une surface **exposé directement au soleil**
- Le séchage solaire para exposition directes a différents problèmes:
  - **Contamination** du produit
  - **Poussière, insectes, petits animaux...**
  - **Hétérogénéité**
  - **Réactions chimiques** à cause de la radiation solaire

2

### Types de séchage solaire

- **Directe:** le produit est sèche dans une chambre exposé directement a la radiation solaire
- **Indirecte:** il utilise une structure qui permet le flux d'air entre un collecteur (exposé a la radiation solaire) et une armoire de séchage (ou le produit es déposée)



3

## Les Séchoir Solaire Indirecte

- Une bon usage de cet type de séchoir a des **avantages** en comparaison avec le séchage directe:

- Plus **sain** et plus **rapide**
- Empêche la présence des **insectes, petit animaux et de la poussière**
- Permet conserver les contenu en **vitamines** (dégradés par l'exposition directe au soleil)

- Cependant, c'est important de connaitre les possibles **inconvenients** de l'usage du Séchoir Solaire Indirecte pour minimiser les risques contamination du produit final.



4

## Problèmes pendant l'usage

- L'**orientation** de la surface du collecteur doit être perpendiculaire aux rayons solaires pour obtenir une efficacité maximale.
- Le séchoir doit être bien exposé au soleil hors de portée de l'ombre des arbres et à l'abri des vents violents
- La **température** a l'intérieur du séchoir ne doit être supérieur à 60°C pour éviter des réactions chimiques préjudiciables (Maillard, oxydations, perte des vitamines...)



5

## Union des éléments du séchoir

- Fermer bien tous les espaces qui peuvent provoquer une **fuite d'air**.
- Ouvrir les portes le moins de temps possible: Ne pas ouvrir les portes s'il n'est pas nécessaire
- Une mauvais union peut diminuer le performance de notre séchoir est causer des problèmes pendant les procès



6

## Union des deux éléments du séchoir: traverses et ruban adhésif pour minimiser les fuites



7

## Problèmes de stockage

- Les couvertures du séchoir sont fragiles et ils peuvent être cassés par des petits animaux pendant le stockage.
- La poussière au plastique du collecteur doit être nettoyée afin de maximiser l'exposition au soleil.
- Pendant la saison des pluies le séchoir doit être protégé. Les pluies peuvent abîmer le plastique et le bois.



8

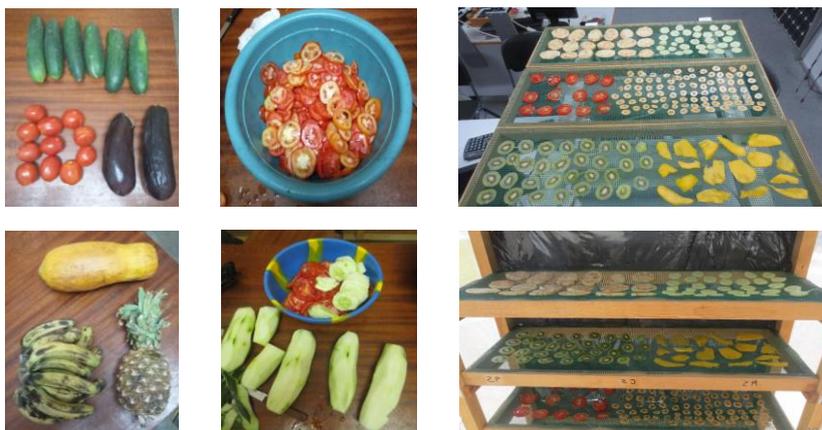
## Quand on doit finir le séchage?

- Introduire l'hygromètre et l'aliment sec dans un sachet pendant **1-2 heures**. (Vérifier la présence de petits trous au sachet. Pour éviter l'entrée d'humidité de l'extérieur, il est recommandable d'utiliser deux sachets)
- Le processus de séchage est fini quand l'humidité est **inférieure à 60%**
- Une humidité supérieure permet la **croissance microbienne** et nos produits développeront des moisissures. Avec un séchage supérieur au nécessaire on peut perdre goût et arômes.



9

## Préparation du produit



- Sélectionner une bonne matière première. Triage: éliminer les fruits abîmés.
- La maturité doit être optimale. Des fruits trop mûrs contiennent beaucoup d'eau et deviennent fragiles de manipuler. Les fruits verts ont un goût insipide et sont peu colorés.
- Il faut laver les produits pour éliminer les impuretés et enlever les parties endommagées (parage).



11

## Préparation du produit



- Eplucher (si nécessaire) et découper en tranches (0,5 cm), cubes, rondelles ou lamelles.
- La forme doit être régulière pour obtenir un séchage homogène.

12

# Blanchiment

- Tremper les légumes dans un bain d'eau bouillante pendant quelques minutes.



## Fonction:

Détruire une grande partie des micro-organismes

- Il facilite l'élimination d'eau pendant le séchage
- Il ralentit la dégradation des aliments (vitamines, couleur, etc.).

La durée de l'opération varie en fonction:

- De la taille des morceaux (plus gros c'est le morceau, plus de temps on aura besoin).
- Du légume considérée.

| PRODUIT         | BLANCHIMENT EAU (min) |
|-----------------|-----------------------|
| Carotte         | 4                     |
| Piment          | -----                 |
| Aubergine       | 3-4                   |
| Oignon          | -----                 |
| Poivron         | -----                 |
| Pommes de terre | 6-7                   |
| Epinard         | 2-3                   |
| Courgette       | 1-2                   |
| Tomate          | -----                 |

13

Mesurer le poids initial (optionnel) pour mieux connaître le fonctionnement de notre séchoir



14

Déposer sur les claies: laisser espace pour le flux d'air



15

Introduire dans le séchoir. Les portes doivent être fermées pour réduire les fuites d'air



- Dans quelque produits comme le tomate il est nécessaire d'ajouter du sel ou sucre pour faciliter le séchage et éviter l'apparitions de moisissures pendant le stockage.

16

Les claies inférieurs sèchent plus vite que les claies supérieurs ce qui oblige à faire des rotations.



Mesure du poids chaque deux / trois heures



18



- Dernière mesure du poids
- Avec le data des autres expériences on peut estimer si le procès est finit.



20

Vérifier l'humidité (moins de 60%)



- Stockage dans une endroit frais, sec et à l'abri de la lumière
- Garder les produits protégées des insectes et des rongeurs

21

## Evolution du Tomate



## Evolution du concombre



## Evolution du Mangue



## Calibration du matérielle



Pour calibrer le **hygromètre**

Pour une solution saturée de sel (NaCl) doit mesurer 75,5%

- Prépare la solution avec eau et sel (jusqu'à le moment ou la sel ne se dissolv plus)
- Attendre quelques heures
- Vérifier le résultat

Important: la température de l'ambiance doit être 25°C



Pour calibrer le **bascule**

- Mesurer 1l d'eau (1kg)

Pour calibrer les **thermomètres**

- Mesurer l'eau bouillant 100°C



## Conseils d'hygiène

- Retenir un emplacement propre pour l'atelier, loin de toute source de contamination (élevage, latrines...) et proche des séchoirs.
- Il faut une pièce pour stocker les ingrédients qui se conservent (sucre, sel, méta bisulfite...), une pièce pour la préparation et une pièce pour le conditionnement.
- Nettoyer le claies avant et après l'usage



- Se laver bien les mains avec le savon. Prendre les mêmes précautions après s'être mouché ou être allé au toilette.
- Laver bien les outils et toutes les surfaces qui vont toucher l'aliment
- Utiliser l'eau propre coulant et le savon pour se laver les mains.
- Une personne qui tombe malade no doit pas manipuler les aliments
- Pendant la production, évitez de mettre les doigts dans le nez, la bouche et les oreilles.

25

## Consommation des Produits sèches

- La consommation en l'état (les fruits): ne nécessitent aucune préparation particulière
- La réhydratation: la plupart des légumes séchés doivent être réhydratés avant la cuisson. Après la réhydratation, le produit reprend du volume et se prépare comme le produit frais avec cependant un temps de cuisson plus court.
- L'incorporation directe dans les plats cuisinés : La tomate, l'oignon, le gombo, les piments et les légumes à feuille (chou, épinard) peuvent être réduits en poudre et directement ajoutés au plat ou dans la sauce.
- On peut ajouter les légumes sèches au bouillies pour les enfants.

26

## Exemples

### Bouillie avec légumes



## Autres

Elaboration des autres bouillies, purée ou sauces:

- Mangue
- Tomate
- Courgette



29

## Bonbon avec mangue séchés



30

Pain ou Gâteaux avec farine de tomate, oignon...



Procès traditionnelle: ajouter la farines des légumes ou fruits sèches avec les ingrédients secs.

32

Adition d'oignon et tomate sèches avec la salade



33

## Notes sur le Maraîchage à l'usage des écoles



# Jardin potager aux écoles

## Entretien et distribution



Contacter avec des spécialistes pour la préparation du sol

Distribution du jardin en planches

Planches 1,2m \*7-10m



Ajouter des Arbres pour faire ombre: réduire l'évaporation de l'eau et protéger des pluies violentes

Mangues, Papaye, Citronnes, Moringa... sont des variétés utilisées



Création des groupes de travail.

Chaque groupe de 5-7 parents ou 1 classe d'étudiants sera responsable de 20 planches

Agenda ou journal de travail



Les produits obtenus seront consommés ou vendus

Noter au Journal: les produits cultivés, coût des semis, revenus/kg de la vente de produits...

# Pépinière



Chaque groupe a son pépinière

Il permet d'élever à bas prix un grand nombre de plantes sur une superficie minimale donc dans de très bonnes conditions



Repiquage: les jeunes plants sont transplantés 3-4 semaines après germination

Pour éviter problèmes de dessèchement le repiquage doit se faire en fin d'après midi ou très tôt les matins



Arroser copieusement le sol de la pépinière quelques heures avant de l'opération

Faire des trous à l'aide du plantoir



Enterrer les plantules au même niveau qu'en pépinière

Les 3 jours qui suivent le repiquage on arrose les plants avec une même quantité d'eau qu'en pépinière

# Arrosage

- Quotidien mais peu abondant (saison sèche)
- Chaque fois qu'il n'aura pas plu 2 jours (saison des pluies)



Construction d'un point d'eau proche du jardin pour l'approvisionnement de l'eau

Arrosage manuelle avec des arrosoirs ou tuyaux.

Arroser pendant la soirée réduit les pertes d'eau par évaporation



Techniques pour maintenir l'humidité et réduire les pertes d'eau par évaporation:

Adition de paille, cendres....



## Grandes zones de production maraîchère au Burkina Faso

| Légume                                    | Province  |
|---|---|
| <i>Solanum melogena</i><br>Aubergine      | Houet ; Oubritenga ; Sanmatenga   |
| <i>Brassica oleracea</i><br>Chou          | Houet ; Sanguié ; ganzourgou ; Boulgou ; Bazèga ; Yatenga ;<br>Sanmatenga   |
| <i>Cucumbus sativus</i><br>Concombre      | Bazèga ; Houet ; Oubritennga  |
| <i>Cucurbita pepo</i><br>Courgette        | Bazèga, Houet, Oubritenga   |
| <i>Lactuca sativa</i><br>Laitue           | Bam ; Sannmatenga ; Sourou ; Houet  |
| <i>Allium cepa</i><br>Oignon              | Kadiogo ; Houet ; Ganzourgou ; Yatenga                                      |
| <i>Capsicum annum</i><br>Poivron          | Sanguié ; Boulgou ; Oubritenga ; Bam ; Sourou. Ganzourgou                   |
| <i>Lycopersicon<br/>esculentum</i> Tomate | Houet ; Bazèga ; Kadiogo  |
| <i>Solanum melogena</i><br>Aubergine      | Houet ; Oubritenga ; Comoé ; Passoré, Kéné Dougou ;<br>Ganzourgou ; Mouhoun |

## Association de légumes Pour éloigner insectes, maladies ou mauvaises herbes

| Légume                                | S'Accorde avec                       |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Solanum melogena</i> Aubergine     | Pois                                 |
| <i>Brassica oleracea</i><br>Chou      | Oignon, pomme de terre               |
| <i>Cucumbus sativus</i><br>Concombre  | Laitue, tomate                       |
| <i>Cucurbita pepo</i><br>Courgette    | Maïs                                 |
| <i>Lactuca sativa</i><br>Laitue       | Chou, pois                           |
| <i>Allium cepa</i><br>Oignon          | Chou, laitue, pomme de terre, tomate |
| <i>Capsicum annum</i><br>Poivron      | Oignons                              |
| <i>Lycopersicon esculentum</i> Tomate | Oignon, pois                         |

# Calendrier annuel

| Légume                                   | Semis    | Jours Pépinière | Collecter après... | Performance kg/100m <sup>2</sup> |
|--|----------|-----------------|--------------------|----------------------------------|
| <i>Solanum melogena</i><br>Aubergine     | Oct-Mar  | 30-50           | R+60               | 250-400                          |
| <i>Brassica oleracea</i><br>Chou         | Sept-Jul | 25-35           | R+90-125           | 150-400                          |
| <i>Cucumbus sativus</i><br>Concombre     | Sept-Mar | Directe         | S+40               | 300-800                          |
| <i>Cucurbita pepo</i><br>Courgette       | Mar-Mai  | Directe         | S+75               | 300-400                          |
| <i>Lactuca sativa</i><br>Laitue          | Nov-Abr  | 20-25           | R+70-75            | 150-250                          |
| <i>Allium cepa</i><br>Oignon             | Nov-Ene  | 40-55           | R+150-180          | 200-300                          |
| <i>Capsicum annum</i><br>Poivron         | Ene-Dic  | 45-60           | R+100              | 80-150                           |
| <i>Lycopersicon esculentum</i><br>Tomate | Ene-Dic  | 25-40           | R+105-150          | 200-500                          |

R: date de repiquage

S: date de semis



## Budget estimatif de construction de jardin

| Concept           | 30 planches    |             | 60 planches    |             |
|-------------------|----------------|-------------|----------------|-------------|
|                   | CFA            | Euros       | CFA            | Euros       |
| Prise de contact  | 31250          | 47          | 62500          | 94          |
| Construction      | 560208         | 840         | 1120417        | 1681        |
| Main d'œuvre      | 62500          | 94          | 125000         | 188         |
| Matériels         | 217083         | 326         | 434167         | 651         |
| Formations        | 301583         | 452         | 603167         | 905         |
| Suivis-évaluation | 104167         | 156         | 208333         | 313         |
| <b>Total</b>      | <b>1276792</b> | <b>1915</b> | <b>2553583</b> | <b>3830</b> |



# Proposition des Ateliers du jardin potager: maraîchage, nutrition, environnement...



## Leçon nutrition: Information Nutritionnelle



| AUBERGINE <i>Solanum melogena</i> |                |
|-----------------------------------|----------------|
| Protéines (g)                     | 1,2            |
| Hydrates de Carbone (g)           | 2,7            |
| Fibre (g)                         | 1              |
| Eau (g)                           | 92,2           |
| Energie (kcal)                    | 16,6           |
| Vitamines                         | C              |
| Minéraux                          | K, Ca, folates |



| CHOU <i>Brassica oleracea</i> |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| Protéines (g)                 | -                     |
| Hydrates de Carbone (g)       | 3,1                   |
| Fibre (g)                     | 2,1                   |
| Eau (g)                       | 92                    |
| Energie (kcal)                | 22,2                  |
| Vitamines                     | B6, C                 |
| Minéraux                      | K, Ca, P, Mg, folates |



| CONCOMBRE <i>Cucumis sativus</i> |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| Protéines (g)                    | 0,7               |
| Hydrates de Carbone (g)          | 1,9               |
| Fibre (g)                        | 0,5               |
| Eau (g)                          | 97                |
| Energie (kcal)                   | 12                |
| Vitamines                        | C                 |
| Minéraux                         | K, P, Mg, folates |



| COURGETTE <i>Cucurbita pepo</i> |                |
|---------------------------------|----------------|
| Protéines (g)                   | -              |
| Hydrates de Carbone (g)         | 6              |
| Fibre (g)                       | 1,3            |
| Eau (g)                         | 92             |
| Energie (kcal)                  | 29,5           |
| Vitamines                       | C              |
| Minéraux                        | K, Mg, folates |



| LAITUE <i>Lactuca sativa</i> |                    |
|------------------------------|--------------------|
| Protéines (g)                | 1,5                |
| Hydrates de Carbone (g)      | 1,4                |
| Fibre (g)                    | 1,5                |
| Eau (g)                      | 95                 |
| Energie (kcal)               | 16,7               |
| Vitamines                    | A, C               |
| Minéraux                     | K, Ca, Mg, folates |



| OIGNON <i>Allium cepa</i> |                |
|---------------------------|----------------|
| Protéines (g)             | -              |
| Hydrates de Carbone (g)   | 5,3            |
| Fibre (g)                 | 1,8            |
| Eau (g)                   | 87,6           |
| Energie (kcal)            | 25,5           |
| Vitamines                 | B6, C          |
| Minéraux                  | K, Mg, folates |



| POIVRON <i>Capsicum annuum</i> |                   |
|--------------------------------|-------------------|
| Protéines (g)                  | 0,9               |
| Hydrates de Carbone (g)        | 3,7               |
| Fibre (g)                      | 1,4               |
| Eau (g)                        | 92                |
| Energie (kcal)                 | 19,3              |
| Vitamines                      | A, C, E           |
| Minéraux                       | K, P, Mg, folates |



| TOMATE <i>Lycopersicon esculentum</i> |               |
|---------------------------------------|---------------|
| Protéines (g)                         | -             |
| Hydrates de Carbone (g)               | 3,5           |
| Fibre (g)                             | 1,4           |
| Eau (g)                               | 94,2          |
| Energie (kcal)                        | 18            |
| Vitamines                             | A, C, E       |
| Minéraux                              | K, P, folates |

# AUTRES PRODUITS DE CONSOMMATION QUOTIDIENNE

| RIZ <i>Oryza sativa</i> |     |
|-------------------------|-----|
| Protéines (g)           | 7,9 |
| Hydrates de Carbone (g) | 76  |
| Gras                    | 2,7 |
| Fibre (g)               | 1   |
| Minéraux (g)            | 1,3 |
| Energie (kcal)          | 362 |



| MAIS <i>Zea mais</i>    |     |
|-------------------------|-----|
| Protéines (g)           | 9,2 |
| Hydrates de Carbone (g) | 73  |
| Gras                    | 4,6 |
| Fibre (g)               | 2,8 |
| Minéraux (g)            | 1,2 |
| Energie (kcal)          | 358 |



| SORGO <i>Sorghum</i>    |      |
|-------------------------|------|
| Protéines (g)           | 10,4 |
| Hydrates de Carbone (g) | 70,7 |
| Gras                    | 3,1  |
| Fibre (g)               | 2    |
| Minéraux (g)            | 1,6  |
| Energie (kcal)          | 329  |



| HARICOTS <i>Phaseolus vulgaris</i> |      |
|------------------------------------|------|
| Protéines (g)                      | 21,2 |
| Hydrates de Carbone (g)            | 34,7 |
| Gras                               | 1,6  |
| Fibre (g)                          | 23,2 |
| Minéraux (g)                       | 1,7  |
| Energie (kcal)                     | 284  |



| ARACHIDES <i>Arachis hypogaea</i> |       |
|-----------------------------------|-------|
| Protéines (g)                     | 25,23 |
| Hydrates de Carbone (g)           | 7,91  |
| Gras                              | 46    |
| Fibre (g)                         | 8,1   |
| Minéraux (g)                      | 1,2   |
| Energie (kcal)                    | 563   |



| SESAME <i>Sesamum indicum</i> |      |
|-------------------------------|------|
| Protéines (g)                 | 18,2 |
| Hydrates de Carbone (g)       | 0,9  |
| Gras                          | 58   |
| Fibre (g)                     | 7,9  |
| Minéraux (g)                  | 1,3  |
| Energie (kcal)                | 563  |



## Atelier: Méthodes de conservations des produits du jardin - Séchage solaire



- Le séchage solaire peut être utilisé pour conserver la plus part des produits de notre jardin.
- Dans le Manuel de Fabrication et Usage du Séchoir Solaire Indirecte on a la description du prototype Indirecte et l'information pour un bon usage du même.



# FAO

## GUIDE DE NUTRITION FAMILIALE

| RÔLES IMPORTANTS DE CERTAINS NUTRIMENTS |   |
|---|---|
| Nutriments                              | Rôle principal dans l'organisme   |
| <b>Macronutriments</b>                  |   |
| <b>Glucides amidon et sucres</b>        | Fournir l'énergie nécessaire à la respiration et la vie, à la mobilité et la chaleur, et à l'élaboration et réparation des tissus. Une certaine quantité d'amidon et de sucres se transforme en tissu adipeux.  |
| <b>Glucides fibres alimentaires</b>     | Ramollir les matières fécales et en augmenter le volume. Les fibres absorbent les substances nocives, ce qui contribue à garder l'intestin en bon état. Elles ralentissent la digestion et l'absorption des nutriments dans les repas, et contribuent à prévenir l'obésité. |
| <b>Lipides</b>                          | Constituer une source concentrée d'énergie et d'acides gras nécessaires à la croissance et la santé. Les lipides favorisent l'absorption de certaines vitamines, telles que la vitamine A.  |
| <b>Protéines</b>                        | Fabriquer les cellules, les liquides de l'organisme, les anticorps et autres parties du système immunitaire. Les protéines servent parfois à fournir de l'énergie.  |
| <b>Eau</b>                              | Constituer les liquides, comme les larmes, la sueur et l'urine, et permettre aux processus chimiques de se produire dans l'organisme.   |
| <b>Micronutriments</b>                  |   |
| <b>Fer</b>                              | Fabriquer l'hémoglobine, c'est-à-dire la protéine des globules rouges qui apporte l'oxygène aux tissus. Permettre aux muscles et au cerveau de bien fonctionner.  |
| <b>Iode</b>                             | Fabriquer les hormones de la thyroïde qui aident à contrôler la façon dont l'organisme fonctionne. L'iode est indispensable au développement du cerveau et du système nerveux chez le fœtus.  |
| <b>Zinc</b>                             | Favoriser la croissance et un développement normal, la reproduction et un bon fonctionnement du système immunitaire.  |
| <b>Vitamine A</b>                       | Prévenir les infections et garantir le bon fonctionnement du système immunitaire. Maintenir en bon état la peau, les yeux et la paroi de l'intestin et des poumons. Favoriser la vision quand la lumière est faible.  |
| <b>Vitamines du groupe B</b>            | Aider l'organisme à utiliser les macronutriments pour l'énergie et à d'autres fins. Aider le système nerveux à bien fonctionner.  |
| <b>Folate</b>                           | Renforcer les globules rouges et empêcher les malformations du fœtus.   |
| <b>Vitamine C</b>                       | Aider à l'absorption de certaines formes de fer (voir l'encadré 6). Détruire les molécules dangereuses (les radicaux libres) dans l'organisme. Aider à la guérison des plaies.  |

# Nutrition: alimentations des enfants d'âge scolaire

| APPORTS JOURNALIERS RECOMMANDÉS DE CALORIES ET DE NUTRIMENTS |                |          |       |           |                    |      |            |            |           |
|--|----------------|----------|-------|-----------|--------------------|------|------------|------------|-----------|
| SEXE/ÂGE   | POIDS CORPOREL | CALORIES |       | PROTÉINES | FER                | ZINC | VITAMINE A | VITAMINE C | FOLATE    |
|  | (kg)           | (kcal)   | (MJ)  | (g)       | (mg)               | m    | (mcg ER)   | (mg)       | (mcg EFA) |
| <b>LES DEUX SEXES</b>  |                |          |       |           |                    |      |            |            |           |
| <b>4-6 ans</b>   | 18,2           | 1 352    | 5,66  | 22,2      | 6                  | 10,3 | 450        | 30         | 200       |
| <b>7-9 ans</b>   | 25,2           | 1 698    | 7,10  | 25,2      | 9                  | 11,3 | 500        | 35         | 300       |
| <b>FILLES</b>  |                |          |       |           |                    |      |            |            |           |
| <b>10-17 ans</b>   | 46,7           | 2 326    | 9,73  | 42,6      | 14/32 <sup>b</sup> | 15,5 | 600        | 40         | 400       |
| <b>GARÇONS</b>   |                |          |       |           |                    |      |            |            |           |
| <b>10-17 ans</b>   | 49,7           | 2 824    | 11,81 | 47,8      | 17                 | 19,2 | 600        | 40         | 400       |

## Notes:

kcal = kilocalorie.

MJ = mégajoule (le joule est l'unité moderne de mesure de l'énergie -1 000

kcal = 4,18 MJ).

ER = équivalent de rétinol.

EFA = équivalent de folate alimentaire.

| TABLEAU 3 - NUTRIMENTS PRÉSENTS DANS CERTAINS ALIMENTS |   |  |
|--|---|--|
| ALIMENT  | BONNE SOURCE DE:  | UTILE SOURCE DE:   |
| <b>Céréales</b>  | Amidon, fibres  | Protéines<br>Vitamines du groupe B<br>Certains minéraux            |
| <b>Racines et fruits amylicés</b>                      | Amidon, fibres  | Certains minéraux<br>Vitamine C, si frais<br>Vitamine A, si jaunes |
| <b>Haricots et pois à maturité</b>                     | Amidon, protéines, fibres   | Vitamines du groupe B<br>Certains minéraux                         |
| <b>Graines oléagineuses</b>                            | Lipides, protéines, fibres  | Vitamines du groupe B<br>Certains minéraux                         |
| <b>Viande et poisson</b>                               | Protéines, fer, zinc  | Autres minéraux<br>Certains vitamines                              |
| <b>Lait et produits laitiers</b>                       | Lipides<br>Protéines<br>Certains minéraux<br>Certains vitamines           | -  |
| <b>Lait maternel</b>                                   | Lipides<br>Protéines<br>La plupart des vitamines et minéraux, sauf le fer | Fer  |
| <b>Œuf</b>   | Protéines<br>Vitamines  | Lipides<br>Minéraux (pas de fer)                                   |
| <b>Graisses et huiles</b>                              | Lipides   | -  |
| <b>Feuilles vert foncé/moyen</b>                       | Vitamine C<br>Folate  | Protéines<br>Fer<br>Fibres<br>Vitamine A                           |
| <b>Légumes orangés</b>                                 | Vitamine A<br>Vitamine C  | Minéraux<br>Fibres   |
| <b>Fruits orangés</b>                                  | Fructose<br>Vitamine A<br>Vitamine C                                      | Fibres   |

## Atelier: mon petit jardin

- Une façon de augmenter la participation des enfants est de créer une petit jardin, ou chaque élève aura son pot, que devra maintenir et arroser.
- On pourra utiliser le jardin comme outil d'apprentissage de différents sujets: nutrition, entretien du jardin, recyclage des dechets...



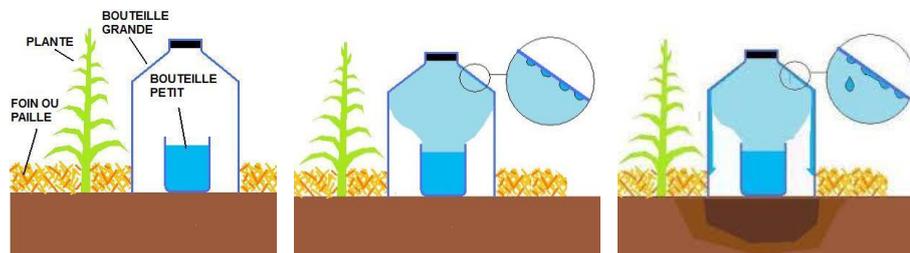
# Irrigation: goutte a goutte

## Leçon: importance de l'usage responsable de l'eau

Irrigation goutte a goutte aide réduire la consommation d'eau



Irrigation solaire goutte a goutte aide réduire la consommation d'eau avec une prix minimum



## Fabrication du compost

### Leçon: formation APP



- Disposer des herbes, feuilles de neem, feuilles mortes, les restes de repas, épluchures de légumes, débris animaux..
- Alternier une couche de déchets, une couche d'herbe, une couche de bonne terre, une couche de foinier, une couche de déchets, un couche de paille etc.
- Une couche de feuilles de neem en bas de la fosse performe come insecticide et pesticide.
- Maintenir un peu d'humidité après l'addition d'une nouvelle couche (pas trop humide et pas trop sec)
- Quelques semaines son nécessaires pour le compost et après il peut être mélanger avec la terre de notre jardin potager. Vérifier la température pendant ce temps (40-60C son nécessaires).

